

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 2 8 日
Date of Application:

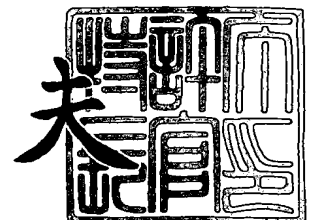
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 5 3 3 3 5
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 5 3 3 3 5]

出 願 人 富 士 通 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 1 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 4 5 4 6

【書類名】 特許願

【整理番号】 0253815

【提出日】 平成15年 2月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/125
G02B 6/10

【発明の名称】 光フィルタおよび光装置

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区新横浜 2 丁目 3 番 9 号 富士通デ
ィジタル・テクノロジ株式会社内

【氏名】 野口 雅司

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通
株式会社内

【氏名】 宮田 英之

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通
株式会社内

【氏名】 甲斐 雄高

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100108187

【弁理士】

【氏名又は名称】 横山 淳一

【電話番号】 044-754-3035

【手数料の表示】**【予納台帳番号】** 011280**【納付金額】** 21,000円**【その他】**

国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成 1 4 年度通信・放送機構「フォトニックネットワークに関する光アクセス網高速広帯域通信技術の研究開発」委託研究、産業活力再生特別措置法第 3 0 条の適用を受けるもの）

【提出物件の目録】**【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 0017694**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書**【発明の名称】 光フィルタおよび光装置****【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

入力した光の中から外部の制御信号により複数の波長を選択し出力する波長選択部と、

前記波長選択部の出力光を複数の波長に分波する分波手段を備えた事を特徴とする光フィルタ。

【請求項 2】

請求項 1 記載の光フィルタであって、

前記分波手段の出力光を入力し、不要の波長を減衰する手段を有することを特徴とする光フィルタ。

【請求項 3】

入力した光の中から外部の制御信号により複数の波長を選択し出力する波長選択部と、前記波長選択部の出力光を複数の波長の光に分波する分波手段を備えた光フィルタと、

前記フィルタに対しての基準光を発生する基準光源と、

入力光と前記基準光を合波し、前記波長選択手段に入力する合波手段を備えたことを特徴とする光装置。

【請求項 4】

請求項 3 記載の光装置であって、

前記分波手段はモニタ出力を有し、

前記基準光源の波長の光が前記モニタ出力に出力されたときの、前記波長選択部を制御するための制御信号と前記基準光源の波長に基づき、前記波長選択部を制御するための制御信号を制御することを特徴とする光装置。

【請求項 5】

請求項 3 記載の光装置において、

前記基準光源は複数の波長の光を発生し、

前記分波手段で分離された複数の波長はそれぞれモニタ出力されており、

前記基準光源の波長の光が前記モニタ出力に出力されたときの、前記波長選択部を制御するための制御信号と前記基準光源の波長に基づき、前記波長選択部を制御するための制御信号を制御することを特徴とする光装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、波長多重された光から特定の波長の光を選択して出力する波長フィルタおよび、これを用いた光分岐・挿入装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

通信システムにおいては、大容量で構成が柔軟なネットワーク構築のために、長距離・大容量の伝送が可能である光通信システムの需要が高い。この長距離・大容量の伝送を実現する方式として、WDM（波長分割多重；Wavelength-division Multiplexing）通信が広く用いられている。WDM通信は、光ファイバの広帯域・大容量性を利用するものであり、WDM通信によるネットワーク構築についての研究が進められている。

【0 0 0 3】

光通信システムで柔軟な構成のネットワークを構築するためには、ネットワーク上の各地点において、信号光を通過・分岐・挿入する機能、信号光ごとに伝送先を選択する光ルーティング機能、クロコネクト機能が必要となる。このうち、光信号を通過・分岐・挿入する機能を実現する手段として、OADM（光学的分岐挿入；Optical Add / Drop Multiplexing）装置が研究開発されている。OADM装置としては、固定波長の光信号のみを分岐・挿入することができる波長固定型のOADM装置と、任意波長の光信号を分岐・挿入することができる任意波長型のOADM装置が知られている。

【0 0 0 4】

一方、AOTF（音響光学チューナブルフィルタ；Acousto-Optic Tunable Filter）は、音響光学効果を用いて波長を選択するフィルタであり、外部より印加するRF（高周波；Radio Frequency）信号に応じた波長の光を選択することができる

。選択波長が固定であるファイバグレーティングと異なり、RF信号の周波数を変化させることにより、任意の波長を選択することができる。また、選択波長範囲が広い（80nm以上）、チューニングのスピードが速い（10 μ 秒以下）、同時に複数波長を選択できる等の特長を有する。さらに、可変波長選択フィルタでもあるので、端局間において光信号を分岐・挿入する局であるトリビュタリ局における可変波長選択フィルタとしても使用することができる。このような理由から、AOTFを使用したOADM装置が研究開発されている。（例えば特許文献1参照。）

（AOTFによる波長選択）

AOTFは図14に示される音響光学効果を利用した光素子であり、SAW（Surface Acoustic Wave；弾性表面波）と光の相互作用によるモード変換を利用して波長を選択する。図14においてAOTFは、複屈折性および音響光学効果を有する基板26Aの上に形成された、光導波路24A～24B、PBS（Polarized Beam Splitter；偏光ビームスプリッタ）23A～23B、SAW導波路22A、IDT（Inter Digit Transducer；櫛形電極）21A、吸収体25A～25Bにより構成される。

【0005】

基板26Aとしては、複屈折性および音響光学効果を有するLiNbO₃が用いられ、Ti等を拡散することにより光導波路24A～24BとPBS23A～23Bが形成される。光導波路24Aと24Bは2箇所交叉し、交叉部分に導波路型のPBS23A～23Bが設けられる。PBS23Aおよび23Bは、入射する光導波路の光の偏光に基づき、光の進行方向を変化させる偏光分離素子である。

【0006】

SAW導波路22Aは、IDT21Aにより発生したSAWが伝搬する導波路であり、光導波路24Aおよび24Bと交差する部分において、SAWと光とが相互作用をする。IDT21Aは、外部のRF信号発生部2Aより印加されたRF信号に基づき、SAWを発生させる電極である。SAW導波路と光導波路が交差する領域においては、光導波路24Aおよび24Bの屈折率は、SAWの波長に合わせて周期的に変化する。これにより、光導波路24Aおよび24Bを伝搬する光のうち、SAWによる光導波路の屈折率の周期的な変化と相互作用をする、特定の波長の光の偏波面が

回転し、TE光はTM光に、TM光はTE光へとモードが入れ替わる。SAWとの相互作用による光の偏波面の回転量は、相互作用の作用長と、SAWを発生させるためにIDTに印加するRF信号の強度に比例する。したがって、作用長とRF信号強度を選択することにより、SAWによりモード変換をする光の波長を制御することができる。

【0007】

図14のように光導波路とSAW導波路が交差する構成では、金属膜を形成することによりSAW導波路が形成される。光通信で用いられている波長帯域であるCバンド（ $1.55\mu\text{m}$ 帯；約 $1.53\mu\text{m}$ ～約 $1.56\mu\text{m}$ ）やLバンド（ $1.58\mu\text{m}$ 帯；約 $1.57\mu\text{m}$ ～約 $1.61\mu\text{m}$ ）の光をAOTFにより選択する場合、印加するRF信号の周波数は170MHz～180MHzとなる。また、SAWがSAW導波路22A以外に伝搬しないように、吸収体25Aおよび25Bが設けられている。

【0008】

ここで、図14に示されるAOTFに波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 の光が入力され、外部からのRF信号により波長 λ_1 の光のみが選択され、出力される場合を考える。入力（IN）ポートに入射した波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 の光は、PBS23AによりTE光とTM光に分かれて、波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 のTM光は光導波路24Bを伝搬し、波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 のTE光は光導波路24Aを伝搬する。波長 λ_1 の光が、SAWと光の相互作用によりモード変換されるように選択された周波数および強度のRF信号を、RF信号発生部2AがIDT21Aに印加することにより、波長 λ_1 の光はモード変換され、光導波路24AからPBS23Bには波長 λ_1 のTM光と波長 λ_2 、 λ_3 のTE光が入射し、光導波路24BからPBS23Bには波長 λ_2 、 λ_3 のTM光と波長 λ_1 のTE光が入射する。

【0009】

PBS23Bにより、光導波路24Aから入射した光は、波長 λ_2 、 λ_3 のTE光が透過（THRU）ポートへ、波長 λ_1 のTM光が分岐（DROP）ポートへと出力する。また、光導波路24Bから入射した光は、波長 λ_2 、 λ_3 のTM光が透過（THRU）ポートへ、波長 λ_1 のTE光が分岐（DROP）ポートへと出力する。したがって、波長 λ_2 、 λ_3 のTE光およびTM光は透過（THRU）ポートへ、波長 λ_1 のTE光およびTM光が分岐（DROP）ポートへと出力されるので、偏光に関わらず、RF信号発生部で選択し

た波長の光は、分岐（DROP）ポートへ、それ以外の波長の光は透過（THRU）ポートへと出力される。

【 0 0 1 0 】

このように、AOTFは、RF信号の周波数に応じた波長の光のみを選択して分岐させることができ、さらに、このRF信号の周波数を変化させることによって、選択される光の波長を変えることができる。また、透過（THRU）ポートから出力される光は、入力（IN）ポートから入力される光（波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 ）から、RF信号の周波数に対応する波長（ λ_1 ）の光のみが除去された光（波長 λ_2 、 λ_3 ）であるので、AOTFは、特定波長の光を出力しないようにする、リジェクション機能を持つフィルタとして用いることができる。

【 0 0 1 1 】

また、挿入（ADD）ポートに波長 λ_4 、 λ_5 、 λ_6 の光が入力され、波長 λ_4 に対応するRF信号がIDT 2 1 Aに印加された場合は、上記と同様にして、波長 λ_4 の光が透過（THRU）ポートに出力され、波長 λ_5 、 λ_6 の光が分岐（DROP）ポートに出力される。したがって、AOTFの挿入（ADD）ポートに光を入力した場合は、IDT 2 1 Aに印加されたRF信号の周波数に対応する波長の光は透過（THRU）ポートに出力され、それ以外の波長の光は分岐（DROP）ポートに出力される。

【 0 0 1 2 】

（AOTFの温度と選択波長）

上記のようにAOTFは、印加するRF信号の周波数を変化させることにより、選択する光の波長を変化させることができるが、1℃の温度変化により選択波長が100GHz（波長換算で約0.8nm）ずれるという温度特性を持つ。

【 0 0 1 3 】

一方、WDM信号光の波長間隔は、ITU-T G.692勧告により0.8nmと規定されており、AOTFに印加するRF信号の周波数を変化させなければ、AOTFの温度変動により、異なる信号光を選択することになる。WDM通信においてAOTFを使用するために、AOTFの温度変化に対する制御方法についても研究・開発がされている。（例えば特許文献 1 参照。）

(AOTFを用いたOADM)

図15は、AOTFを用いた光フィルタを使用した、従来の技術によるOADM装置である。図15におけるOADM装置は、光カップラ9A～9C、光増幅器11A、光増幅器11B、可変光フィルタ20A～20D、トランスポンダ部15A、光アッテネータ(ATT)部12A、BRF(帯域阻止光フィルタ; Band Rejection Filter)16Aにより構成される。また、トランスポンダ部15Aは、光受信部13Aおよび光送信部14Aにより構成される。

【0014】

可変光フィルタ20A～20DはAOTFを使用した光フィルタであり、入力された光から特定の波長の光を選択して出力する。また、BRF16AはAOTFのリジェクション機能を用いたものであり、挿入(ADD)ポートから入力された光のうち、印加されたRF信号の周波数に対応する光を、透過(THRU)ポートに出力する。また、入力(IN)ポートから入力された光のうち、印加されたRF信号の周波数に対応する光を、分岐(DROP)ポートに出力し、透過(THRU)ポートには出力しない。

【0015】

トランスポンダ部15Aは、入力された信号光を光受信部13Aで受信し、電気信号に変換してから、光送信部14Aにより、WDM信号光に挿入し、多重化することのできる波長の光信号として送出する。

【0016】

図15に示されるOADM装置において、入力されたWDM信号光から、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ の光を単一波長の光に分岐して出力するとともに、挿入された光を波長 $\lambda_5 \sim \lambda_8$ の光としてWDM信号光に多重化して出力する場合について説明する。

【0017】

OADM装置の入力(IN)ポートに入力されたWDM信号光はカップラ9Aにより分波され、BRF16Aと、光増幅器11Aに入力する。光増幅器11Aに入力した光は、増幅され、カップラ9Bにより分波され、可変光フィルタ20A～20Dに入力する。可変光フィルタ20A～20Dは、それぞれ波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 λ_4 の光を選択し、単一波長の光としてOADM装置の分岐光ポートに出力する。

【 0 0 1 8 】

一方、OADM装置の挿入ポートに入力した光は、トランスポンダ部 1 5 Aにより信号光の波長を変え、波長 λ_5 、 λ_6 、 λ_7 、 λ_8 の光として出力する。出力された波長 $\lambda_5 \sim \lambda_8$ の光は、光増幅部 1 1 Bにより増幅され、ATT部 1 2 Aにより、それぞれ光強度の調整をされ、カプラ 9 Cにより合波され、BRF 1 6 Aの挿入 (ADD) ポートに入力する。

【 0 0 1 9 】

BRF 1 6 Aの入力 (IN) ポートには、カプラ 9 Aにより分波されたWDM信号光が入力され、BRF 1 6 Aの挿入 (ADD) ポートにはカプラ 9 Cにより合波された波長 $\lambda_5 \sim \lambda_8$ の光が入力される。挿入 (ADD) ポートに入力された光を透過 (THRU) ポートに出力するために、BRF 1 6 Aには波長 $\lambda_5 \sim \lambda_8$ に対応する周波数のRF信号が印加されるが、これにより、入力 (IN) ポートに入力されたWDM信号光のうち、波長 $\lambda_5 \sim \lambda_8$ の光は分岐 (DROP) ポートに出力されるので、波長 $\lambda_5 \sim \lambda_8$ を除いた光が透過 (THRU) ポートに出力される。

【 0 0 2 0 】

これにより、透過 (THRU) ポートには、OADM装置に入力されたWDM信号光のうち、波長 $\lambda_5 \sim \lambda_8$ の光を除いた光と、BRF 1 6 Aの挿入 (ADD) ポートに入力された波長 $\lambda_5 \sim \lambda_8$ の光が波長多重されたものが出力される。

【 0 0 2 1 】**【特許文献 1】**

特開 2 0 0 0 - 2 4 1 7 8 2 号公報

【 0 0 2 2 】**【発明が解決しようとする課題】**

従来の技術によるAOTFを用いたOADM装置では、AOTFを用いてRF信号の周波数を変化させることにより、単一波長の分岐光を得ているが、多重化される波長数が増加し、ネットワークの各地点において分岐・挿入する信号数を増加させる場合、分岐・挿入する信号数だけAOTFを揃える必要がある。このため、多重度の大きいWDM信号光を扱うことのできるOADM装置では、使用するAOTFフィルタ数が増加し、製造コストが増大することとなる。

【 0 0 2 3 】**【課題を解決するための手段】**

本発明は上記課題を解決するものであり、第 1 の発明は、光フィルタであって、入力した光の中から外部の制御信号により複数の波長を選択し出力する波長選択部と、前記波長選択部の出力光を複数の波長に分波する分波手段を備えた事を特徴とする。

【 0 0 2 4 】

第 2 の発明は、第 1 の発明による光フィルタであって、前記分波手段の出力光を入力し、不要の波長を減衰する手段を有することを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

第 3 の発明は、光装置であって、入力した光の中から外部の制御信号により複数の波長を選択し出力する波長選択部と、前記波長選択部の出力光を複数の波長の光に分波する分波手段を備えた光フィルタと、前記フィルタに対しての基準光を発生する基準光源と、入力光と前記基準光を合波し、前記波長選択手段に入力する合波手段を備えたことを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

第 4 の発明は、第 3 の発明による光装置であって、前記分波手段はモニタ出力を有し、前記基準光源の波長の光が前記モニタ出力に出力されたときの、前記波長選択部を制御するための制御信号と前記基準光源の波長に基づき、前記波長選択部を制御するための制御信号を制御することを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

第 5 の発明は、第 3 の発明による光装置であって、前記基準光源は複数の波長の光を発生し、前記分波手段で分離された複数の波長はそれぞれモニタ出力されており、前記基準光源の波長の光が前記モニタ出力に出力されたときの、前記波長選択部を制御するための制御信号と前記基準光源の波長に基づき、前記波長選択部を制御するための制御信号を制御することを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

本発明により、波長多重された複数の光から、波長多重されていない複数の光を選択して出力する、簡易な可変光フィルタを構成できる。

【 0 0 2 9 】

また、本発明による可変光フィルタを光挿入・分岐装置に適用することにより、使用する波長選択部の数を大幅に増やすことなく、同時に分岐・挿入することのできる信号光波長数を増やすことができる。

【 0 0 3 0 】**【実施例】****（第 1 の実施例）**

以下、本発明の実施例を示す。図 1 に示される本発明の第 1 の実施例による光装置は、波長選択部として例えば AOTF（音響光学チューナブルフィルタ） 1 A と、制御部（CTRL） 3 A、RF 信号発生部（RF OSC） 2 A ～ 2 B、混合部（Mixer） 7 A、モニタ部（MON） 4 A、分波手段として波長分離フィルタ 8 A およびカプラ 9 A と、光フィルタ 5 A ～ 5 B により構成される。

【 0 0 3 1 】

波長選択部 1 A は入力した光の中から外部の制御信号により複数の波長を選択し出力することができる、AOTF 等の素子を用いることができる。AOTF は図 1 4 に示されるものであり、入力（IN）ポートに入力した光のうち、RF 信号入力ポートに印加された RF 信号の周波数に対応した波長の光を選択し、分岐（DROP）ポートより出力する。

【 0 0 3 2 】

RF 信号発生部 2 A および 2 B は、制御部 3 A の制御により、目的とする選択波長に対応する RF 信号を発生させる。本発明の実施例による RF 信号発生部は、図 9（a）（b）に示される、DDS（Direct Digital Synthesizer）により発生させた RF 信号を増幅・フィルタしたものを出力する。

【 0 0 3 3 】

カプラ 9 A は、波長選択部 1 A の分岐（DROP）ポートより出力された光の一部をモニタ部 4 A に分波し、残りの光を波長分離フィルタ 8 A に出力する。

【 0 0 3 4 】

波長分離フィルタ 8 A は、カプラ 9 A からの出力を、光フィルタ 5 A および光フィルタ 5 B に分離するフィルタである。第 1 の実施例による波長分離フィルタ

8 A は、カプラ 9 A より出力された光のうち C バンドの波長領域にある光を光フィルタ 5 A に、L バンドの波長領域にある光を光フィルタ 5 B に分波し出力する。

【 0 0 3 5 】

波長分離フィルタ 8 A としては、大きな帯域波長を分けることができるローパスフィルタまたはハイパスフィルタの透過波長と反射波長の光を用いることができる。波長帯域を 2 分割するフィルタは特定の波長を抽出するフィルタに比較して、構成上は簡単で、値段の上でも低コストである。

【 0 0 3 6 】

光フィルタ 5 A は C バンド領域の光のみを透過する光フィルタであり、波長分離フィルタ 8 A により分波された光の C バンド領域以外の光を減衰させるので、波長選択部 1 A により選択された C バンドの光のみが光フィルタの出力 (OUT) ポート 1 に出力される。即ち、不要な光信号を削除するためのノッチフィルタとして動作する。

【 0 0 3 7 】

同様に、光フィルタ 5 B は L バンド領域の光のみを透過する光フィルタであり、波長分離フィルタ 8 A により分波された光の L バンド領域以外の光を減衰させるので、波長選択部 1 A により選択された L バンドの光のみが光フィルタの出力 (OUT) ポート 2 に出力される。

【 0 0 3 8 】

この光フィルタ 5 A および 5 B も、大きな帯域で必要とする光信号以外をブロックすればよいので、ローパスフィルタやハイパスフィルタ等のコストの安いフィルタを用いることができる。

【 0 0 3 9 】

このような構成により、安価な構成の波長分離フィルタ 8 A と、安価な光フィルタ 5 A および 5 B を組み合わせることで、不必要な残留信号成分を除去し、出力 (OUT) ポート 1 および 2 より出力することができる。

【 0 0 4 0 】

モニタ部 4 A は、カプラ 9 A により分波された光を入力し、その強度をデジタ

ル信号として制御部 3 A に出力する。図 1 2 (a) に示されるように、モニタ部 4 A は、入力された光をフォトダイオード (PD) 5 5 A で受光し、電気信号に変換した後、電流－電圧変換用 Log アンプ 5 6 A により Log レベルで増幅する。電流－電圧変換用 Log アンプ 5 6 A の出力は、非反転増幅器 5 7 A で増幅され、ローパスフィルタ (LPF) 5 8 A でフィルタされた後、アナログ－デジタル変換器 (ADC) 3 1 A によりデジタル信号へと変換され、出力される。モニタ部 4 A では、電流－電圧変換用 Log アンプ 5 6 A を用いることにより、幅広いダイナミックレンジの強度の光をデジタル信号として出力することができるので、波長分離フィルタ 8 A により分波されて入力した光の強度の大小に関わらず、入力光強度と関連付けられたデジタル信号として出力することができる。

【0 0 4 1】

制御部 3 A は、モニタ部から出力されるデジタル信号を入力し、RF 信号発生部 2 A および 2 B から発生する周波数・振幅・位相を規定する制御信号を出力する。制御部 3 A は、図 1 2 (b) に示されるように、MPU 部 2 7 A、ROM 部 2 8 A、RAM 部 2 9 A、EEPROM 部 3 0 A により構成される。ROM 部 2 7 A は、制御部を動作させるプログラム等を格納手段として、RAM 部 2 9 A は一時的なデータ記憶手段として、EEPROM 部 3 0 A は設定情報を記憶する手段として用いられる。

【0 0 4 2】

(RF 信号発生部の構成 1)

図 9 (a) は、乗算器により選択波長に対応する RF 信号を発生させる RF 信号発生部の構成であり、特願 2000-149555 号出願明細書に記載されたものである。図 9 (a) に示される RF 信号発生部は、DDS 5 1 A、バンドパスフィルタ (BPF) 5 2 A～5 2 C、高周波増幅器 (RF AMP) 5 3 A～5 3 C、乗算器 5 4 A により構成される。

【0 0 4 3】

DDS 5 1 A は、外部からの制御信号により指定された周波数 (85MHz～90MHz) の、位相が互いに $\pi/2$ ずれた RF 信号 (以後、両者をサイン波信号、コサイン波信号と呼ぶ) を出力する。DDS 5 1 A より出力されたサイン波信号およびコサイン波信号は、それぞれバンドパスフィルタ 5 2 A または 5 2 B により不要波成分

を除去され、高周波増幅器 53A または 53B により増幅されて、乗算器 54A に入力する。

【0044】

サイン波信号とコサイン波信号は、位相が互いに $\pi/2$ ずれているので、乗算器 54A により乗算されて、2 倍の周波数 (170MHz~180MHz) で出力される。乗算器 54A により出力された RF 信号は、バンドパスフィルタ 52C により不要波成分を除去され、高周波増幅器 53C により増幅されて、RF 信号発生部の出力として出力する。

【0045】

図 9 (a) に示される RF 信号発生部では、DDS が直接出力できる RF 信号の周波数が、波長選択部の選択波長に対応する周波数 (170MHz~180MHz) に至らない場合であっても、乗算器を用いることにより、波長選択部の選択波長に対応する周波数 (170MHz~180MHz) を出力する。

【0046】

(DDS の構成 1)

図 10 は図 9 (a) に用いられる DDS 51A の構成を示したものであり、図 10 に示される DDS は、レファレンスクロック乗算器 65A、位相演算器 61A、サイン波/振幅コンバータ 62A、コサイン波/振幅コンバータ 62B、デジタル乗算器 66A~66B、DA 変換器 (DAC) 63A~63B、周波数・位相・振幅プログラムレジスタ 64A、データ入力レジスタ 64B により構成される。

【0047】

図 10 において、外部制御機器からの周波数・位相・振幅の設定情報は、データ入力レジスタ 64B に、ライトタイミング信号、パラレルアドレス信号、パラレルデータ信号として入力される。入力されたそれぞれの情報は、データ入力レジスタ 64B から周波数・位相・振幅プログラムレジスタ 64A に入力され、周波数についての位相設定情報は位相演算器 61A に、振幅設定情報はデジタル乗算器 66A および 66B にそれぞれ入力される。

【0048】

また、DDS 51A の外部からのレファレンスクロック信号を基に、レファレン

スクロック乗算器 65A は基準クロック信号を生成し、位相演算器 61A、デジタル乗算器 66A～66B、DA変換器 63A～63Bに加える。位相演算器 61A は、基準クロック信号による基準時間毎に、 $0 \sim 2\pi$ の位相情報をサイン波／振幅コンバータ 62A とコサイン波／振幅コンバータ 62B に入力する。サイン波／振幅コンバータ 62A は、サイン波／振幅コンバータ 62A 内に保持するサイン波ルックアップテーブルにより振幅データに変換し、コサイン波／振幅コンバータ 62B は、コサイン波／振幅コンバータ 62B に保持するコサイン波ルックアップテーブルにより振幅データに変換する。これにより、位相演算器から出力される $0 \sim 2\pi$ の位相情報に従って、サイン波／振幅コンバータ 62A からサイン波の振幅情報のデジタル信号が、コサイン波／振幅コンバータ 62B からコサイン波の振幅情報のデジタル信号がそれぞれ出力される。

【0049】

デジタル乗算器 66A は、サイン波／振幅コンバータ 62A から入力されるサイン波の振幅情報のデジタル信号と、周波数・位相・振幅プログラムレジスタ 64A から入力される振幅設定情報による振幅値とを乗算し、DA変換器 63A に出力する。同様に、デジタル乗算器 66B は、コサイン波／振幅コンバータ 62B から入力されるコサイン波の振幅情報のデジタル信号と、周波数・位相・振幅プログラムレジスタ 64A から入力される振幅設定情報による振幅値とを乗算し、DA変換器 63B に出力する。

【0050】

DA変換器 63A および 63B は、それぞれデジタル乗算器 66A および 66B より出力されたデジタル信号をアナログ信号へと変換し、それぞれサイン波信号およびコサイン波信号として出力する。

【0051】

図 10 に示される DDS の構成では、サイン波およびコサイン波のデジタル信号の振幅情報と、周波数・位相・振幅プログラムレジスタの振幅設定情報に基づき、出力するサイン波信号およびコサイン波信号の振幅を定めるので、可変減衰器を設けることなく、所望の振幅値の信号出力に制御することができる。

【0052】

また、DDSの出力周波数を変化させる場合、パラレルデータ信号により位相演算器 6 1 A に加えられる周波数についての位相設定情報を変え、出力信号の周波数を変化させるので、PLL回路を用いた場合の周波数変化と比較して迅速である。DDSを波長選択部のRF信号源に用いた場合、波長選択部の選択周波数切替えに要する時間は、例えば $1 \mu s$ 程度とすることができ、PLLを波長選択部のRF信号源に用いた場合と比較して、約 1 0 0 0 倍高速である。

【 0 0 5 3 】

(RF信号発生部の構成 2)

図 9 (b) は、乗算器により選択波長に対応するRF信号を発生させるRF信号発生部の別の構成である。図 9 (b) に示されるRF信号発生部は、DDS 5 1 B、バンドパスフィルタ (BPF) 5 2 D、高周波増幅器 (RF AMP) 5 3 Dにより構成される。

【 0 0 5 4 】

DDS 5 1 B は、外部からの制御信号により指定された周波数 (170MHz~180MHz) を出力する。DDS 5 1 B より出力されたRF信号は、バンドパスフィルタ 5 2 D により不要波成分を除去され、高周波増幅器 5 3 D により増幅されて、RF信号発生部の出力として出力する。

【 0 0 5 5 】

図 9 (b) に示されるRF信号発生部では、波長選択部の選択波長に対応する周波数 (170MHz~180MHz) をDDSが直接出力できるため、DDSが直接出力できる周波数範囲が狭い図 9 (a) の場合に比べて、構成が簡素となる。

【 0 0 5 6 】

(DDSの構成 2)

図 1 1 は図 9 (b) に用いられるDDS 5 1 Bの説明図であり、レファレンスクロック乗算器 6 5 A、位相演算器 6 1 A、サイン波／振幅コンバータ 6 2 A、デジタル乗算器 6 6 A、DA変換器 (DAC) 6 3 A、周波数・位相・振幅プログラムレジスタ 6 4 A、データ入力レジスタ 6 4 Bにより構成される。

【 0 0 5 7 】

図 1 1 に示されるDDSは、図 1 0 に示されるDDSの構成と基本的に同じであるが

、位相演算器 61A、デジタル乗算器 66A、DA変換器 63Aが、図7に示されるDDSよりも高速に動作することができるため、基準クロック信号を高速に設定して演算速度を高速することにより、波長選択部の選択波長に対応する周波数（170MHz～180MHz）を直接出力できる点で図10に示されるDDSと異なる。

【0058】

図11において、外部制御機器からの周波数・位相・振幅の設定情報は、データ入力レジスタ 64Bに、ライトタイミング信号、パラレルアドレス信号、パラレルデータ信号として入力される。それぞれの情報は、データ入力レジスタ 64Bから周波数・位相・振幅プログラムレジスタ 64Aに入力され、周波数についての位相設定情報は位相演算器 61Aに、振幅設定情報はデジタル乗算器 66Aに入力される。

【0059】

また、DDS 51Bの外部からのレファレンスクロック信号を基に、レファレンスクロック乗算器 65Aは基準クロック信号を生成し、位相演算器 61A、デジタル乗算器 66A、DA変換器 63Aに加える。位相演算器 61Aは、基準クロック信号による基準時間毎に、 $0 \sim 2\pi$ の位相情報をサイン波／振幅コンバータ 62Aに入力する。サイン波／振幅コンバータ 62Aは、サイン波／振幅コンバータ 62A内に保持するサイン波ルックアップテーブルにより振幅データに変換する。これにより、位相演算器から出力される $0 \sim 2\pi$ の位相情報に従って、サイン波／振幅コンバータ 62Aからサイン波の振幅情報のデジタル信号が出力される。

【0060】

デジタル乗算器 66Aは、サイン波／振幅コンバータ 62Aから入力されるサイン波の振幅情報のデジタル信号と、周波数・位相・振幅プログラムレジスタ 64Aから入力される振幅設定情報による振幅値とを乗算し、DA変換器 63Aに出力する。DA変換器 63Aはデジタル乗算器 66Aからの出力デジタル信号をアナログ信号へと変換し、サイン波信号として出力する。

【0061】

図11に示されるDDSの構成では、サイン波のデジタル信号の振幅情報と、周

波数・位相・振幅プログラムレジスタの振幅設定情報に基づき、出力するサイン波信号の振幅を定めるので、可変減衰器を設けることなく、所望の振幅値の信号出力に制御することができる。

【0 0 6 2】

また、波長選択部の選択波長に対応する周波数（170MHz～180MHz）をDDSが直接出力できるため、DDSの後段に周波数を通倍する構成、例えば乗算器等を備えなくてもよく、更なる回路の小型が可能である。

【0 0 6 3】

さらに、DDSの出力周波数を変化させる場合、パラレルデータ信号の変化により位相演算器 6 1 A に加えられる周波数についての位相設定情報が変化させ、出力信号の周波数を変化させるので、PLL回路を用いた場合の周波数変化と比較して迅速である。DDSを波長選択部のRF信号源に用いた場合、波長選択部の選択周波数切替えに要する時間は、例えば $1 \mu s$ 程度とすることができ、PLLを波長選択部のRF信号源に用いた場合と比較して、約 1 0 0 0 倍高速である。

【0 0 6 4】

（第 1 の実施例の動作説明）

次に、本発明の第 1 の実施例による光フィルタの動作について説明する。図 1 に第 1 の実施例による光フィルタの構成を示す。また、図 2（a）～（d）に第 1 の実施例による光フィルタの各段階の構成における光のスペクトルを、横軸を波長、縦軸を光強度としたものを模式的に示す。図 2（a）は波長選択部 1 A の入力（IN）ポートに入力する光のスペクトルを、図 2（b）は波長選択部 1 A の分岐（DROP）ポートより出力され波長分離フィルタ 8 A に入力する光のスペクトルを、図 2（c）は波長分離フィルタ 8 A より出力され光フィルタ 5 A に入力する光のスペクトルを、図 2（d）は光フィルタ 5 A 光フィルタの出力（OUT）ポートに出力される光のスペクトルをそれぞれ示す。

【0 0 6 5】

図 1 において、入力したWDM信号光は、波長選択部 1 A の入力（IN）ポートに入力される。波長選択部 1 A に入力された光は、図 2（a）に示されるように、CバンドおよびLバンドの光が波長多重された光である。波長選択部 1 A のRF信

号入力ポートには、RF信号発生部 2 A および 2 B から、混合部 7 A を通じて、複数周波数を含む RF 信号が入力される。図 1 4 に示されるように、波長選択部 1 A の入力 (IN) ポートに入力した WDM 信号光のうち、印加された RF 信号の周波数に対応する波長の光は、モード変換されることにより分岐 (DROP) ポートに出力され、その他の波長の光は透過 (THRU) ポートに出力される。混合部 7 A より波長選択部 1 A に出力される RF 信号は、RF 信号発生部 2 A および 2 B から出力されたものであり、その周波数は制御部 3 A により定められる。

【0 0 6 6】

RF 信号発生部 2 A および 2 B により出力される RF 信号の周波数をそれぞれ f_1 および f_2 、波長選択部 1 A に周波数 f_1 および f_2 の RF 信号が入力された場合にモード変換される光の波長をそれぞれ λ_1 、 λ_2 とすると、波長は λ_1 、 λ_2 の光が波長選択部 1 A の分岐 (THRU) ポートより出力される。

【0 0 6 7】

ここで、 λ_1 を C バンドの波長帯域に、 λ_2 を L バンドの波長帯域にあるように、 f_1 および f_2 を定める。これにより、図 2 (b) に示されるように、波長選択部 1 A の分岐 (DROP) ポートからの出力光は、C バンドの波長領域にある光 (波長 λ_1) と、L バンドの波長領域にある光 (波長 λ_2) とが多重化されたものとなる。

【0 0 6 8】

波長分離フィルタ 8 A は、C バンドの波長領域にある光を光フィルタ 5 A に、L バンドの波長領域にある光を光フィルタ 5 B に出力するカップラであるので、波長 λ_1 の光は光フィルタ 5 A に出力され、波長 λ_2 の光は光フィルタ 5 B に出力される。図 2 (c) 実線は波長分離フィルタ 8 A より出力され光フィルタ 5 A に入力する光のスペクトルであり、C バンドの波長領域にある波長 λ_1 の光と、波長分離フィルタ 8 A のアイソレーションが完全でないことに起因する、L バンドの波長領域にある波長 λ_2 の光が波長分離フィルタ 8 A より光フィルタ 5 A に出力される。

【0 0 6 9】

光フィルタ 5 A は C バンド領域の光のみを透過する光バンドパスフィルタであ

り、図2(c)点線で示される特性を持つので、波長分離フィルタ8Aより光フィルタ5Aに入力された光は、この特性に従いフィルタされる。これにより、光フィルタ5Aの出力は、図2(d)に示されるように、波長 λ_1 の光のみとなり、出力(OUT)ポート1に出力される。

【0070】

同様に、波長分離フィルタ8Aより光フィルタ5Bに入力する光も、光フィルタ5BのLバンド領域の光のみを透過する特性によりフィルタされ、光フィルタ5Bの出力は、波長 λ_2 の光のみとなり、出力(OUT)ポート2に出力される。

【0071】

また、カプラ9Aより分波され、モニタ部(MON)4Aに入力した光の強度は、図12(a)に示されるように、デジタル信号として制御部3Aに出力されるので、この信号を用いて、RF信号発生部2Aおよび2Bから出力されるRF信号の強度や周波数を制御することができる。

【0072】

第1の実施例において、波長選択部の温度が変動し、RF信号周波数と選択波長との関係が変化した場合、RF信号発生部2Aまたは2Bの出力周波数を変化させ、モニタ部4Aの出力信号を利用することにより、目的の波長の光を選択できるように補正することができる。

【0073】

波長選択部の選択波長スペクトルは、選択波長の上下にサイドローブを持つが、サイドローブの強度は選択波長の光強度よりも弱いので、モニタ部4Aの出力であるADC31Aの電圧値により、波長選択部1Aに印加しているRF信号周波数に対応した波長が、波長選択部の入力光波長であることを識別することができる。波長選択部として用いられるAOTFでは、図14に示されるように、IDT21Aに印加するRF信号の周波数を増加させると、SAW導波路22Aを伝搬するSAWの波長は短くなるので、波長選択部により選択される光の波長も短くなる。

【0074】

RF信号周波数と選択波長は反比例の関係にあり、RF信号周波数の微小な減少に対しては、選択波長は比例して増加する。したがって、ある光波長に対応するRF

信号周波数と、RF信号周波数に対する光波長の変化率が得られれば、任意の光波長に対応するRF信号周波数を算出することができる。RF信号周波数に対する光波長の変化率は温度に対してほとんど変化しないので、この値を記憶しておけば、ある光波長に対応するRF信号周波数を得ることにより、任意の波長の光に対応するRF信号周波数を得ることができる。

【0075】

同様に、あるチャンネルのWDM信号に対応するRF信号の周波数と、WDM信号光1チャンネルあたりのRF周波数が得られれば、別のチャンネルのWDM信号に対応するRF信号の周波数を得ることができる。

【0076】

以下に、図4（a）を参照しながら、第1の実施例における、温度変化等によるRF信号周波数と選択波長の関係の変化を補正する方法について説明する。

【0077】

まず、波長選択部1Aに印加するRF信号を1つの周波数のみとする。図4（a）は、波長選択部1Aの選択波長を長波長側から減少させるときの、WDM信号光と選択波長との関係を、横軸に波長、縦軸に光の強度をとり、模式的に表したものである。RF信号発生部2Aより出力するRF信号の周波数を170MHzから1kHzステップで増加させると、RF信号の周波数の増加により、波長選択部1Aの選択波長は減少するので、図4（a）点線で示されるように波長選択部1Aの選択波長は短波長側へと変化する。

【0078】

RF信号の周波数を増加させ、波長選択部の選択波長を短波長側へと変化させることにより、モニタ部4Aの出力が最初に入力光の選択状態となったとき、モニタ部4Aのピーク出力時に波長選択部1Aに印加しているRF信号の周波数を、最長波長に対応するRF周波数 f_L として記録する。周波数 f_L のRF信号に対応する選択波長 λ_L は、図4（a）に示されるように、WDM信号光の最長波長の信号光波長である。

【0079】

図4（a）は、波長選択部1Aの選択波長を長波長側から減少させるときの、

WDM信号光と選択波長との関係を、横軸に波長、縦軸に光の強度をとり、模式的に表したものである。次に、RF信号発生部2Bより出力するRF信号の周波数を180MHzから1kHzステップで減少させると、RF信号の周波数の減少により、波長選択部1Aの選択波長は増加するので、図4（b）点線で示されるように波長選択部1Aの選択波長は長波長側へと変化する。

【0080】

RF信号の周波数を減少させ、波長選択部の選択波長を長波長側へと変化させることにより、モニタ部4Aの出力が最初に入力光の選択状態となったとき、モニタ部4Aのピーク出力時に波長選択部1Aに印加しているRF信号の周波数を、最長波長に対応するRF周波数 f_H として記録する。周波数 f_L のRF信号に対応する選択波長 λ_L は、図4（b）に示されるように、WDM信号光の最短波長の信号光波長である。

【0081】

WDM通信において通常用いられる監視制御光の情報等により得られるWDM信号の信号数と、 f_L および f_H の差から、WDM信号光1チャンネルあたりのRF周波数 Δf を求めることができるので、最短波長から n 番目の信号光波長に対応するRF信号の周波数は、 $f_H - (n - 1) \times \Delta f$ として得られる。したがって、波長選択部の温度変化によるRF信号周波数と選択波長の関係が変化しても、モニタ4Aの出力を利用することにより補正をすることができる。

【0082】

このように、本発明の第1の実施例によれば、1つの波長選択部を用いて、波長多重されていない2波長の光を選択し、出力することができる光フィルタを簡易に構成することができる。

【0083】

また、モニタ出力を利用することにより、波長選択部の温度変化等によるRF周波数と選択波長関係の変化を補正することができる。

【0084】

さらに、波長選択部としてAOTFを用いた場合では、複数の波長の光を同時に選択する場合、同時に選択することによる引き寄せ効果等の影響を考慮してRF信号

の周波数を定める必要があるが、第1の実施例のように λ_1 をCバンドの波長帯域に、 λ_2 をLバンドの波長帯域にあるように選択光の波長を定めた場合は、両者の選択波長が離れているので、引き寄せ効果の影響はほとんど考慮しなくてもよい。

【0085】

(第2の実施例)

次に、図3に本発明の第2の実施例による光フィルタを示す。第2の実施例による光フィルタは、波長選択部としてAOTF 1Aと、制御部 (CTRL) 3A、RF信号発生部 (RF OSC) 2A～2B、混合部 (Mixer) 7A、モニタ部 (MON) 4A、分波手段として波長分離フィルタ 8Aおよび9Bと、光BPF (光バンドパスフィルタ) 5A～5B、基準光発生部 (REF) 6A、光アッテネータ (ATT) 12A、カプラ9Aにより構成される光フィルタである。波長選択部1A、RF信号発生部2A～2B、混合部7A、波長分離フィルタ8A、光フィルタ5Aおよび5Bの構成および動作は第1の実施例と同様である。

【0086】

基準光発生部6Aより出力される基準光は、波長選択部1Aの選択波長が温度により変化する現象を補正するのに用いられる。基準光発生部は、出力光の波長が一定となる機構を内部に持つので、波長選択部の温度が変化し、RF信号周波数と波長選択部の選択波長との関係が変動した場合でも、RF信号の周波数を変化させ、波長選択部が基準光波長を選択するRF信号の周波数を求めることにより、RF信号周波数と波長選択部の選択波長との関係を求め、補正をすることができる。基準光発生部6Aの出力は、ATT12Aにより光強度の調整をされ、カプラ9Aにより光フィルタの入力光と合波され、波長選択部1Aの入力 (IN) ポートに入力する。

【0087】

モニタ部4Aは、カプラ9Bにより分波された光を入力し、その強度をデジタル信号として制御部3Aに出力する。モニタ部4Aの構成は、第1の実施例におけるモニタ部と同様であり、ダイナミックレンジの広い電流－電圧変換用Logアンプにより得られる、入力光強度と関連付けられたデジタル信号を、制御部3A

に出力する。

【0088】

第2の実施例では、波長選択部1Aの入力(IN)ポートには、光フィルタの入力光と基準光が合波された光が入力されるので、モニタ部4Aには、光フィルタの入力光と基準光が合波された光のうち、波長選択部1Aに印加されたRF信号周波数に対応する波長の光が入力される。

【0089】

制御部3Aは、モニタ部4Aから出力されるデジタル信号を入力し、RF信号発生部2Aおよび2Bから発生する周波数・振幅・位相を規定する制御信号を出力する。制御部3Aは、第1の実施例と同様、図12(b)に示される構成となっている。

【0090】

(基準光発生部の構成)

基準光発生部6Aは、図13に示されるように、波長固定機能を有するLD(Laser Diode)部42Aと、その制御回路により構成される。LD部42Aの内部では、LD35Aの出力光を受光するPD(Photo Diode)36Aと、LD35Aの出力光をフィルタ37Aによりフィルタした光を受光するPD36Bが、LD35Aの光出力をモニタする。PD36Aおよび36Bの出力電流は、それぞれPDモニタ回路(PD MON)34Aおよび34Bにより電圧に変換され、それぞれAD変換器(ADC)31Bおよび31Cによりデジタル信号へと変換され、制御部3Bへと入力される。

【0091】

また、LD部42Aの温度は、サーミスタ38Aを通じて温度制御部(TEMP CTRL)41Aによりモニタされており、温度制御部41Aは、温度制御回路ドライバ(TEC DRV)40Aを通じて温度制御回路39A(TEC)により、LD部42Aの温度を制御する。温度制御部のモニタするLD部42Aの温度情報は、AD変換器31Aによりデジタル信号へと変換され、制御部3Aへと入力される。

【0092】

制御部3Bは、AD変換器31Bおよび31Cを通じて得られる、LD部42A内

のPD 3 6 Aおよび3 6 Bの出力電流の情報から、DA変換器 3 2 Aを通じて温度制御部 4 1 Aを制御し、LD部 4 2 Aの温度を変化させ、LD 3 5 Aの出力光の波長が一定となるように制御する。また、制御部 3 Bは、LDドライバ (LD DRV) 3 3 Aを、DA変換器 3 2 Bを通じて制御することにより、LD 3 5 Aに流す電流を変化させ、LD部 4 2 Aの出力光強度を変化させることもできる。

【0 0 9 3】

なお、図 1 3 に示される基準光発生部を外部機器と組み合わせて使用する場合、例えば図 3 においては、図 1 3 の制御部 3 Bは、図 3 の制御部 3 Aと別であってもよいし、図 3 の制御部 3 Aが、図 1 3 の制御部 3 Bを兼用してもよい。

【0 0 9 4】

(第 2 の実施例の動作説明)

次に、本発明の第 2 の実施例による光フィルタの動作について説明する。

【0 0 9 5】

図 3 に示される、本発明の第 2 の実施例による光フィルタは、第 1 の実施例による光フィルタの波長選択部入力に、基準光を合波する構成を加えたものである。第 2 の実施例において、1 つの波長選択部を用いて、波長多重されていない 2 波長の光を選択し、出力する構成は、第 1 の実施例と同様である。

【0 0 9 6】

図 3 において、基準光発生部 6 A から出力される基準光と、光フィルタの入力光がカプラ 9 A により合波され、波長選択部 1 A の入力 (IN) ポートに入力されるので、モニタ部 4 A には、光フィルタの入力光と基準光が合波された光のうち、波長選択部 1 A に印加された RF 信号周波数に対応する波長の光が入力される。

【0 0 9 7】

第 2 の実施例においては、波長選択部の温度が変動し、RF 信号周波数と選択波長との関係が変化した場合、基準光発生部 6 A の出力する基準光をモニタ部 4 A で検出することにより、RF 信号周波数と選択波長との関係を補正することができる。

【0 0 9 8】

図 5 は、モニタ部 4 A に入力されるスペクトル強度を、波長に対して示したも

のである。第2の実施例において、基準光発生部6Aの出力する基準光の波長を λ_{refl} とし、基準光の波長 λ_{refl} は信号光の最長波長よりも長いものとする。また、信号光の強度よりも小さく、信号光のサイドローブ強度よりも大きい強度で、基準光がモニタ部4Aに観測されるように、基準光発生部6AおよびATT12Aを設定する。

【0099】

図5グラフ横軸下の軸に示されるように、波長選択部1Aに印加するRF周波数を増加させることにより波長選択部1Aの選択波長は減少するので、RF信号発生部2Aの出力を変化させてモニタ部4Aの出力を観測することにより、図5に示されるスペクトルを得ることができる。

【0100】

図5において、 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ は波長選択部1Aにより選択された信号光、 λ_{1SL} は波長 λ_1 の信号光の短波長側サイドローブ、 λ_{refl} は基準光がモニタ部4Aにより検出される場合のピーク位置をそれぞれ示す。また、右側の縦軸目盛り数字は光フィルタ出力のOUT1またはOUT2に出力される光の強度を、中央の目盛り数字は波長分離フィルタ8Aにより分岐されモニタ部4AのPD55Aに入射した光による電流値を、左側の目盛り数字は電流-電圧変換用Logアンプ56Aの出力電圧を示す。Logアンプ56Aを用いることにより、強い光から微弱な光までの広い強度範囲の光をAD変換器31Aの入力範囲に変換し、制御部3Aに伝えることができる。

【0101】

以下に、図4(c)および図5を参照しながら、RF信号周波数と選択波長との関係を補正する方法について説明する。

【0102】

第2の実施例において、第1の実施例と同様、波長選択部1Aに印加するRF信号を1つの周波数のみとする。図4(c)は、波長選択部1Aの選択波長を長波長側から短波長側に減少させるときの、WDM信号光と選択波長との関係を、横軸に波長、縦軸に光の強度をとり、模式的に表したものである。RF信号発生部2Aより出力するRF信号の周波数を170MHzから1kHzステップで増加させると、RF信号

の周波数の増加により、波長選択部 1 A の選択波長は減少するので、図 4 (a) 点線で示されるように波長選択部 1 A の選択波長は長波長側から短波長側へと変化する。上述したように、基準光は、信号光の強度よりも小さく、信号光のサイドローブ強度よりも大きい強度でモニタ部 4 A に観測され、図 5 に示されるスペクトルとなるので、制御部 3 A により基準光のサイドローブが信号光と判別されることはなく、基準光が信号光のサイドローブと判別されることもない。

【0103】

基準光の波長 λ_{refl} は WDM 信号光の最長波長よりも長いので、RF 信号の周波数を増加させ、波長選択部の選択波長を短波長側へと変化させることにより、波長選択部基準光が最初にモニタされる。モニタ部 4 A にモニタされた基準光の強度が最大となった時に、波長選択部 1 A に印加している RF 信号の周波数を、基準光の波長 λ_{refl} に対応する RF 周波数 f_{refl} として記録する。

【0104】

第 1 の実施例において説明したように、RF 信号周波数に対する光波長の変化率をあらかじめ記憶しておけば、ある光波長に対応する RF 信号周波数を得ることにより、任意の波長の光に対応する RF 信号周波数を得ることができる。第 2 の実施例においては、WDM 信号光の各チャンネルの周波数を監視制御信号等から得ることができるので、基準光を選択したときの RF 信号周波数を検出することにより、WDM 信号光の各チャンネルの光波長に対応する RF 信号周波数を求めることができる。

【0105】

したがって、波長選択部の温度変化による RF 信号周波数と選択波長の関係が変化しても、基準光を利用することにより、RF 周波数と選択波長関係の変化を補正することができる。

【0106】

なお、上記の説明では、基準光の波長 λ_{refl} を信号光の最長波長よりも長いものとし、波長選択部 1 A の選択波長を長波長側から短波長側へと変化させることによりモニタ部 4 A は基準光を検出したが、逆に、基準光の波長 λ_{refl} を信号光の最短波長よりも短いものとし、波長選択部 1 A の選択波長を短波長側から長波

長側へと変化させることによりモニタ部 4 A が基準光を検出しても、同様の方法により、RF 周波数と選択波長関係の変化を補正することができる。

【0107】

このように、本発明の第 2 の実施例によれば、入力光に基準光を合波することにより、1 つの波長選択部を用いて、波長多重されていない 2 波長の光を選択し、出力することができると同時に、波長選択部の温度変化による RF 信号周波数と選択波長との関係を補正する光フィルタを簡易に構成することができる。

【0108】

(第 3 の実施例)

次に、図 6 に本発明の第 3 の実施例による光フィルタを示す。第 3 の実施例による光フィルタは、波長選択部として AOTF 1 A と、制御部 (CTRL) 3 A、RF 信号発生部 (RF OSC) 2 A ~ 2 B、混合部 (Mixer) 7 A、モニタ部 (MON) 4 A ~ 4 B、分波手段として波長分離フィルタ 8 A、カプラ 9 A ~ 9 C、光 BPF (光バンドパスフィルタ) 5 A ~ 5 B、基準光発生部 (REF) 6 A ~ 6 B、光アッテネータ (ATT) 12 A ~ 12 B により構成される光フィルタである。波長選択部 1 A、RF 信号発生部 2 A ~ 2 B、混合部 7 A の構成および動作は第 1 の実施例と同様である。

【0109】

基準光発生部 6 A および 6 B より出力される基準光は、波長選択部 1 A の選択波長が温度により変化する現象を補正するのに用いられる。基準光発生部は、出力光の波長が一定となる機構を内部に持つので、波長選択部の温度が変化し、RF 信号周波数と波長選択部の選択波長との関係が変動した場合でも、RF 信号の周波数を変化させ、波長選択部が基準光波長を選択する RF 信号の周波数を求めることにより、RF 信号周波数と波長選択部の選択波長との関係を求め、補正をすることができる。

【0110】

第 3 の実施例においては、基準光発生部 6 A および 6 B により出力された 2 波長の基準光を、光フィルタの入力光と合波して、波長選択部 1 A の入力 (IN) ポートに入力するので、RF 信号周波数と選択波長の関係を正確に求めることができ

、波長選択部 1 A の選択波長が温度により変化する現象の補正を、より正確にすることができる。

【0111】

基準光発生部 6 A および 6 B の出力は、それぞれ ATT 1 2 A および 1 2 B により光強度の調整をされ、カップラ 9 A により光フィルタの入力光と合波され、波長選択部 1 A の入力 (IN) ポートに入力する。

【0112】

波長分離フィルタ 8 A は、波長選択部 1 A の分離 (DROP) ポートの出力を、光フィルタ 5 A および光フィルタ 5 B に分離するフィルタである。第 1 の実施例と同様に、第 3 の実施例による波長分離フィルタ 8 A は、カップラ 9 A より出力された光のうち C バンドの波長領域にある光を光フィルタ 5 A に、L バンドの波長領域にある光を光フィルタ 5 B に分波し出力する。

【0113】

波長分離フィルタ 8 A としては、大きな帯域波長を分けることができるローパスフィルタまたはハイパスフィルタの透過波長と反射波長の光を用いることができる。波長帯域を 2 分割するフィルタは特定の波長を抽出するフィルタに比較して、構成上は簡単で、値段の上でも低コストである。

【0114】

光フィルタ 5 A は C バンド領域の光のみを透過する光フィルタであり、波長分離フィルタ 8 A により分波された光の C バンド領域以外の光を減衰させるので、波長選択部 1 A により選択された C バンドの光のみが出力される。即ち、不要な光信号を削除するためのノッチフィルタとして動作する。

【0115】

同様に、光フィルタ 5 B は L バンド領域の光のみを透過する光フィルタであり、波長分離フィルタ 8 A により分波された光の L バンド領域以外の光を減衰させるので、波長選択部 1 A により選択された L バンドの光のみが出力される。

【0116】

この光フィルタ 5 A および 5 B も、大きな帯域で必要とする光信号以外をブロックすればよいので、ローパスフィルタやハイパスフィルタ等のコストの安いフ

フィルタを用いることができる。

【0117】

カプラ 9 B は、波長選択部 1 A により選択された C バンドの光である光フィルタ 5 A の出力を、光フィルタの出力 (OUT) ポート 1 とモニタ部 4 A に分波し、出力する。同様に、カプラ 9 C は、波長選択部 1 A により選択された L バンドの光である光フィルタ 5 B の出力を、光フィルタの出力 (OUT) ポート 2 とモニタ部 4 B に分波し、出力する。

【0118】

モニタ部 4 A は、カプラ 9 A により分波された光を入力し、その強度をデジタル信号として制御部 3 A に出力する。同様に、モニタ部 4 B は、カプラ 9 B により分波された光を入力し、その強度をデジタル信号として制御部 3 A に出力する。モニタ部 4 A および 4 B の構成は、第 1 の実施例におけるモニタ部と同様であり、ダイナミックレンジの広い電流-電圧変換用 Log アンプにより得られる、入力光強度と関連付けられたデジタル信号を、制御部 3 A に出力する。

【0119】

制御部 3 A は、モニタ部 4 A および 4 B から出力されるデジタル信号を入力し、RF 信号発生部 2 A および 2 B から発生する周波数・振幅・位相を規定する制御信号を出力する。制御部 3 A は、第 1 の実施例と同様、図 12 (b) に示される構成となっている。

【0120】

(第 3 の実施例の動作説明)

次に、本発明の第 3 の実施例による光フィルタの動作について説明する。

【0121】

図 6 に示される本発明の第 3 の実施例による光フィルタにおいて、入力した WDM 信号光は、基準光発生部 6 A および 6 B により出力された 2 波長の基準光と合波され、波長選択部 1 A の入力 (IN) ポートに入力する。1 つの波長選択部を用いて、波長多重されていない 2 波長の光を選択し、分岐 (DROP) ポートより出力する構成は、第 1 の実施例と同様である。

【0122】

RF信号発生部2 Aおよび2 Bにより出力されるRF信号の周波数をそれぞれ f_1 および f_2 、波長選択部1 Aに周波数 f_1 および f_2 のRF信号が入力された場合にモード変換され、分岐(DROP)ポートより出力する光の波長をそれぞれ λ_1 、 λ_2 とする。

【0123】

第1の実施例と同様に、 λ_1 をCバンドの波長帯域に、 λ_2 をLバンドの波長帯域にあるように、 f_1 および f_2 を定めると、波長分離フィルタ8 Aは、Cバンドの波長領域にある光を光フィルタ5 Aに、Lバンドの波長領域にある光を光フィルタ5 Bに出力するカプラであるので、波長 λ_1 の光は光フィルタ5 Aに出力され、波長 λ_2 の光は光フィルタ5 Bに出力される。

【0124】

光フィルタ5 AはCバンド領域の光のみを、光フィルタ5 BはLバンド領域の光のみを透過する光フィルタであるので、波長 λ_1 の光は光フィルタ5 Aを通じて出力(OUT)ポート1およびモニタ部4 Aに出力され、波長 λ_2 の光は光フィルタ5 Bを通じて出力(OUT)ポート2およびモニタ部4 Bに出力される。

【0125】

したがって、モニタ部4 Aは波長選択部1 Aにより選択された光のうちCバンドの波長帯域にある波長 λ_1 の光の強度を、モニタ部4 Aは波長選択部1 Aにより選択された光のうちLバンドの波長帯域にある波長 λ_2 の光の強度をそれぞれデジタル信号として制御部3 Aに出力する。

【0126】

これにより、第3の実施例では、制御部3 Aは、モニタ部4 Aおよび4 Bの情報から、波長 λ_1 の光の強度と波長 λ_2 の光の強度情報を独立かつ同時に得る。

【0127】

以下に、図4(d)を参照しながら、RF信号周波数と選択波長との関係を補正する方法について説明する。

【0128】

第3の実施例において、基準光発生部6 Aおよび6 Bの出力する基準光を、それぞれ基準光1および基準光2とし、基準光1および基準光2の波長を、それぞ

れ λ_{ref1} および λ_{ref2} とする。また、基準光 1 の波長 λ_{ref1} を、信号光の最短波長よりも短く、かつ、光フィルタ 5 A を透過する波長とし、基準光 2 の波長 λ_{ref2} を、信号光の最長波長よりも長く、かつ、光フィルタ 5 B を透過する波長とする。

【0129】

また、第 2 の実施例と同様に、基準光 1 および基準光 2 が、信号光の強度よりも小さく、信号光のサイドローブ強度よりも大きい強度で、それぞれモニタ部 4 A およびモニタ部 4 B に観測されるように、それぞれ基準光発生部 6 A と ATT 1 2 A および基準光発生部 6 B と ATT 1 2 B を設定する。

【0130】

図 4 (d) は、波長選択部 1 A の選択波長を、1 波は長波長側から短波長側に減少させ、1 波は短波長側から長波長側に増加させるときの、WDM 信号光と選択波長との関係を、横軸に波長、縦軸に光の強度をとり、模式的に表したものである。RF 信号発生部 2 A の出力信号周波数 f_1 を高周波数側から低周波数側へと変化させ、波長選択部 1 A の選択波長 λ_1 を短波長側から長波長側へと変化させることにより、モニタ部 4 A は基準光 1 を検出する。同様に、RF 信号発生部 2 B の出力信号周波数 f_2 を低周波数側から高周波数側へと変化させ、波長選択部 1 A の選択波長 λ_2 を長波長側から短波長側へと変化させることにより、モニタ部 4 B は基準光 2 を検出する。

【0131】

第 3 の実施例においては、波長選択部 1 A の分岐 (DROP) 出力のうち、C バンドの波長領域にある光と、L バンドの波長領域にある光は、それぞれモニタ部 4 A およびモニタ部 4 B により、独立かつ同時にモニタでき、RF 信号発生部 2 A および 2 B の出力する RF 信号の周波数も、それぞれ独立に変化・出力することができるから、モニタ部 4 A および 4 B により、 $\lambda_{\text{ref1}} = \lambda_1$ となる RF 信号周波数 f_{ref1} および $\lambda_{\text{ref2}} = \lambda_2$ となる RF 信号周波数 f_{ref2} を、独立かつ同時に探索することができる。

【0132】

これにより、波長選択部 1 A が λ_{ref1} を選択するときの RF 信号の周波数 f_{ref1}

と、 $\lambda_{\text{ref}2}$ を選択するときのRF信号の周波数 $f_{\text{ref}2}$ が得られるので、RF信号周波数に対する光波長の変化率を求めることができ、あらかじめ変化率を記憶しておかなくても、目的の光波長に対応するRF信号周波数を得ることができる。

【0 1 3 3】

第2の実施例と同様に、WDM信号光の各チャンネルの周波数は、監視制御信号等から得ることができるので、第3の実施例においても、WDM信号光の各チャンネルの光波長に対応するRF信号周波数を求めることができる。

【0 1 3 4】

第3の実施例においては、RF信号周波数に対する光波長の変化率を直接求めることができるので、あらかじめ記憶された変化率が実際の変化率との乖離していることによる、算出されるRF信号周波数のずれと、それによる選択波長のずれを、トラッキング等の別手段により補正する必要がないという利点を有する。

【0 1 3 5】

さらに、基準光1および基準光2の波長探索は、それぞれモニタ部4Aおよび4Bにより、独立かつ同時に行われるので、基準光の波長探索を2波について行うにも関わらず、探索時間は1波の場合と同程度に収めることができる。

【0 1 3 6】

このように、本発明の第3の実施例によれば、入力光に基準光2波を合波するとともに、波長帯域ごとに分波された出力をモニタすることで、1つの波長選択部を用いて、波長多重されていない2波長の光を選択し、出力することができる。と同時に、波長選択部の温度変化によるRF信号周波数と選択波長との関係を、基準光2波を用いてより正確に補正できる、光フィルタを簡易に構成することができる。

【0 1 3 7】

(第4の実施例)

次に、図7に本発明の第4の実施例によるOADM装置を示す。第4の実施例によるOADM装置は、光カップラ9A～9D、光増幅器11A～11I、光装置10A～10D、トランスポンダ部15A～15B、光アッテネータ(ATT)12A～12H、BRF(帯域阻止光フィルタ; Band Rejection Filter)16A～16Bによ

り構成される。また、トランスポンダ部 15 A は、光受信器 13 A ~ 13 D および光送信器 14 A ~ 14 D により構成され、トランスポンダ部 15 B は、光受信器 13 E ~ 13 H および光送信器 14 E ~ 14 H により構成される。

【0138】

光装置 10 A ~ 10 D は、波長選択部を使用した本発明による光フィルタであり、CバンドおよびLバンドの波長帯域の光をそれぞれ1波ずつ選択して出力する。

【0139】

BRF 16 A および 16 B は波長選択部のリジェクション機能を用いたものであり、挿入 (ADD) ポートから入力された光のうち、印加されたRF信号の周波数に対応する光を、透過 (THRU) ポートに出力する。また、入力 (IN) ポートから入力された光のうち、印加されたRF信号の周波数に対応する光を、分岐 (DROP) ポートに出力し、透過 (THRU) ポートには出力しない。

【0140】

図7に示されるOADM装置において、入力されたWDM信号光から、Cバンドの波長帯域にある波長 λ_{C1} 、 λ_{C2} 、 λ_{C3} 、 λ_{C4} の光と、Lバンドの波長帯域にある波長 λ_{L1} 、 λ_{L2} 、 λ_{L3} 、 λ_{L4} の光を単一波長の光に分岐して出力し、また、挿入された光を波長 λ_{C5} 、 λ_{C6} 、 λ_{C7} 、 λ_{C8} の光と、波長 λ_{L5} 、 λ_{L6} 、 λ_{L7} 、 λ_{L8} の光として、WDM信号光に挿入し、多重化して出力する場合について説明する。

【0141】

OADM装置の入力ポートに入力されたWDM信号光はカップラ 9 A により分波され、BRF 16 A の入力 (IN) ポートと、光増幅器 11 A に入力する。光増幅器 11 A により増幅された光は、カップラ 9 B により分波され、光装置 10 A ~ 10 D に入力する。

【0142】

光装置 10 A ~ 10 D は、本発明による光装置であり、光装置 10 A は波長 λ_{C1} および λ_{L1} の光をOADM装置の分岐光ポートに出力し、同様にして、光装置 10 B ~ 10 D は、それぞれ波長 λ_{C2} ~ λ_{C4} および λ_{L2} ~ λ_{L4} の光をOADM装置の分岐光ポートに出力する。したがって、4つの光装置 10 A ~ 10 D により、 λ_{C1} ~

λ_{C4} と $\lambda_{L1} \sim \lambda_{L4}$ の8波を選択し、出力することができる。

【0143】

一方、OADM装置の挿入光ポート1に入力した光は、トランスポンダ部15Aにより信号光の波長を変え、波長 $\lambda_{C5} \sim \lambda_{C8}$ の光ととして出力する。出力された波長 $\lambda_{C5} \sim \lambda_{C8}$ の光は、光増幅器11B～11Eにより増幅され、ATT12A～12Dにより、それぞれ光強度の調整をされ、カップラ9Cにより合波され、BRF16Aの挿入(ADD)ポートに入力する。

【0144】

同様に、OADM装置の挿入光ポート2に入力した光は、トランスポンダ部15Bにより信号光の波長を変え、波長 $\lambda_{L5} \sim \lambda_{L8}$ の光ととして出力する。出力された波長 $\lambda_{L5} \sim \lambda_{L8}$ の光は、光増幅器11F～11Iにより増幅され、ATT12E～12Hにより、それぞれ光強度の調整をされ、カップラ9Dにより合波され、BRF16Bの挿入(ADD)ポートに入力する。

【0145】

BRF16Aの入力(IN)ポートには、カップラ9Aにより分波されたWDM信号光が入力され、BRF16Aの挿入(ADD)ポートにはカップラ9Cより波長 $\lambda_{C5} \sim \lambda_{C8}$ の光が入力される。挿入(ADD)ポートに入力された光を透過(THRU)ポートに出力するために、BRF16Aには波長 $\lambda_{C5} \sim \lambda_{C8}$ に対応する周波数のRF信号が印加されるが、これにより、入力(IN)ポートに入力されたWDM信号光のうち、波長 $\lambda_{C5} \sim \lambda_{C8}$ の光は分岐(DROP)ポートに出力されるので、波長 $\lambda_{C5} \sim \lambda_{C8}$ を除いた光が透過(THRU)ポートに出力される。

【0146】

同様に、BRF16Bの入力(IN)ポートには、BRF16Bの透過(THRU)ポートより出力されたWDM信号光が入力され、BRF16Bの挿入(ADD)ポートにはカップラ9Dより波長 $\lambda_{L5} \sim \lambda_{L8}$ の光が入力される。挿入(ADD)ポートに入力された光を透過(THRU)ポートに出力するために、BRF16Bには波長 $\lambda_{L5} \sim \lambda_{L8}$ に対応する周波数のRF信号が印加されるが、これにより、入力(IN)ポートに入力されたWDM信号光のうち、波長 $\lambda_{L5} \sim \lambda_{L8}$ の光は分岐(DROP)ポートに出力されるので、波長 $\lambda_{L5} \sim \lambda_{L8}$ を除いた光が透過(THRU)ポートに出力され、OADM装置の

出力ポートに出力される。

【0147】

図8は図7の実施例の変形例である。図8に示されるOADM装置において、図7と同一番号の付されている構成は同一部材であるため、その説明を省略する。

【0148】

基準光発生部6Aからの出力光は任意の光パワーに調整されるべく光アッテネータ12Cに入力される。光アッテネータ12Cで所定の光パワーに調整された光は光カップラ9Eに入力される。光カップラ9Eでは光カップラ9Aで分離されたWDM信号光と光アッテネータ12Cの光を合波して出力する。光カップラ9Eの出力は光増幅器11Aに入力され所定の光パワーに増幅される。光増幅器11Aの出力は光カップラ9Bに入力される。光カップラ9Bは入力した増幅されたWDM信号光と基準光発生部からの光を複数に分離し、光装置10A乃至10Dに入力する。

【0149】

このように構成することで、基準光源を個別の光装置10A乃至10Dに設ける必要がなくなり、構成を簡略化することができる。

【0150】

なお、本図では基準光発生部は一つであるが、図6に示すように複数の基準光を用い手も良い。この際、複数の基準光発生部を用いれば複数の基準光を用いることができる。

【0151】

このように、本発明の第4の実施例によれば、波長多重されていない2波長の光を選択し出力することができる、波長選択部を1つ用いた可変光フィルタをOADM装置に使用することにより、使用する波長選択部の数を抑えながら、分岐・挿入する波長数を多くすることのできるOADM装置を構成することができる。

【0152】

第1～第3の実施例においては、Cバンドの波長帯域にある光1波と、Lバンドの波長帯域にある光1波を1つの波長選択部により選択し、カップラにより波長ごとに分波していたが、波長選択部の選択波長が別の波長帯域にあれば、カップラ

により分波できるので、選択・出力することのできる波数は 2 波に制限されない。
。

【0 1 5 3】

例えば、3 つの RF 信号発生部による RF 信号出力を混合し、C バンド、L バンド、S バンドの光を波長選択部により選択し、カップラにより波長ごとに分波すれば、第 1 ～ 第 3 の実施例と同様の構成により波長多重されていない 3 波長の光を選択し、出力することができる。

【0 1 5 4】

この 3 波長の光を選択・出力することのできる光フィルタを、第 4 の実施例と構成に使用すれば、C バンド、L バンド、S バンドの光を分岐・挿入する OADM 装置に使用する波長選択部の数を抑えることができる。

(付記 1)

入力した光の中から外部の制御信号により複数の波長を選択し出力する波長選択部と、

該波長選択部の出力光を複数の波長に分波する分波手段を備え、
た事の特徴とする光フィルタ。

(付記 2)

付記 1 記載の光フィルタであって、

前記分波手段の出力光を入力し、不要の波長を減衰する手段を有することを特徴とする光フィルタ。

(付記 3)

入力した光の中から外部の制御信号により複数の波長を選択し出力する波長選択部と該波長選択部の出力光を複数の波長に分波する分波手段を備えた光フィルタと、

該フィルタに対しての基準光を発生する基準光源と、

入力光と前記基準光を合波し、前記波長選択手段に入力する合波手段を備えることを特徴とする光装置。

(付記 4)

付記 3 記載の光装置であって、

前記分波手段はモニタ出力を有し、

前記基準光源の波長の光が前記モニタ出力に出力されたときに前記波長選択部を制御するための制御信号と、前記基準光源の波長に基づき、前記波長選択部を制御するための制御信号を制御することを特徴とする光装置。

(付記 5)

付記 3 記載の光装置において、

前記基準光を複数発生させ前記分波手段で分離された複数の光をそれぞれ検出し、前記波長選択部を制御するための制御信号と、前記基準光源の波長に基づき、前記波長選択部を制御するための制御信号を制御することを特徴とする光装置。

(付記 6)

付記 1 ないし付記 5 記載の光フィルタを用いたことを特徴とする光挿入・分岐装置。

(付記 7)

付記 1 または付記 2 記載の光フィルタであって、

前記第 1 の分波手段はモニタ出力を有することを特徴とする光フィルタ。

(付記 8)

付記 7 記載の光フィルタであって、

前記分波手段のモニタ出力に基づき、前記波長選択手段に印加する制御信号制御することを特徴とする光フィルタ。

【0155】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明により、波長多重された複数の光から、波長多重されていない複数の光を選択して出力する、簡易な可変光フィルタを構成できる。

【0156】

また、本発明による可変光フィルタを光挿入・分岐装置に適用することにより、使用する波長選択部の数を大幅に増やすことなく、同時に分岐・挿入することのできる信号光波長数を増やすことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明による光可変波長フィルタを示す図

【図 2】 本発明による光可変波長フィルタの各部における光強度を示す図

【図 3】 本発明による光可変波長フィルタを示す図

【図 4】 本発明による光可変波長フィルタに用いられる波長選択部の、選択波長と入力光の関係を示す図

【図 5】 基準光と信号光のスペクトルを示す図

【図 6】 本発明による光可変波長フィルタを示す図

【図 7】 本発明による光分岐挿入装置を示す図

【図 8】 本発明による光分岐挿入装置を示す図

【図 9】 RF信号発生部の構成を示す図

【図 1 0】 DDSの構成を示す図

【図 1 1】 DDSの構成を示す図

【図 1 2】 モニタ部および制御部の構成を示す図

【図 1 3】 基準光発生部の構成を示す図

【図 1 4】 波長選択部（AOTF）の構成を示す図

【図 1 5】 従来技術による光分岐挿入装置を示す図

【符号の説明】

1 A 波長選択部

2 A～2 B 高周波信号発生部（RF OSC）

3 A～3 B 制御部（CTRL）

4 A～4 B モニタ部（MON）

5 A～5 B 光フィルタ

6 A～6 B 基準光発生部（REF）

7 A 混合部（Mix）

8 A 波長分離フィルタ

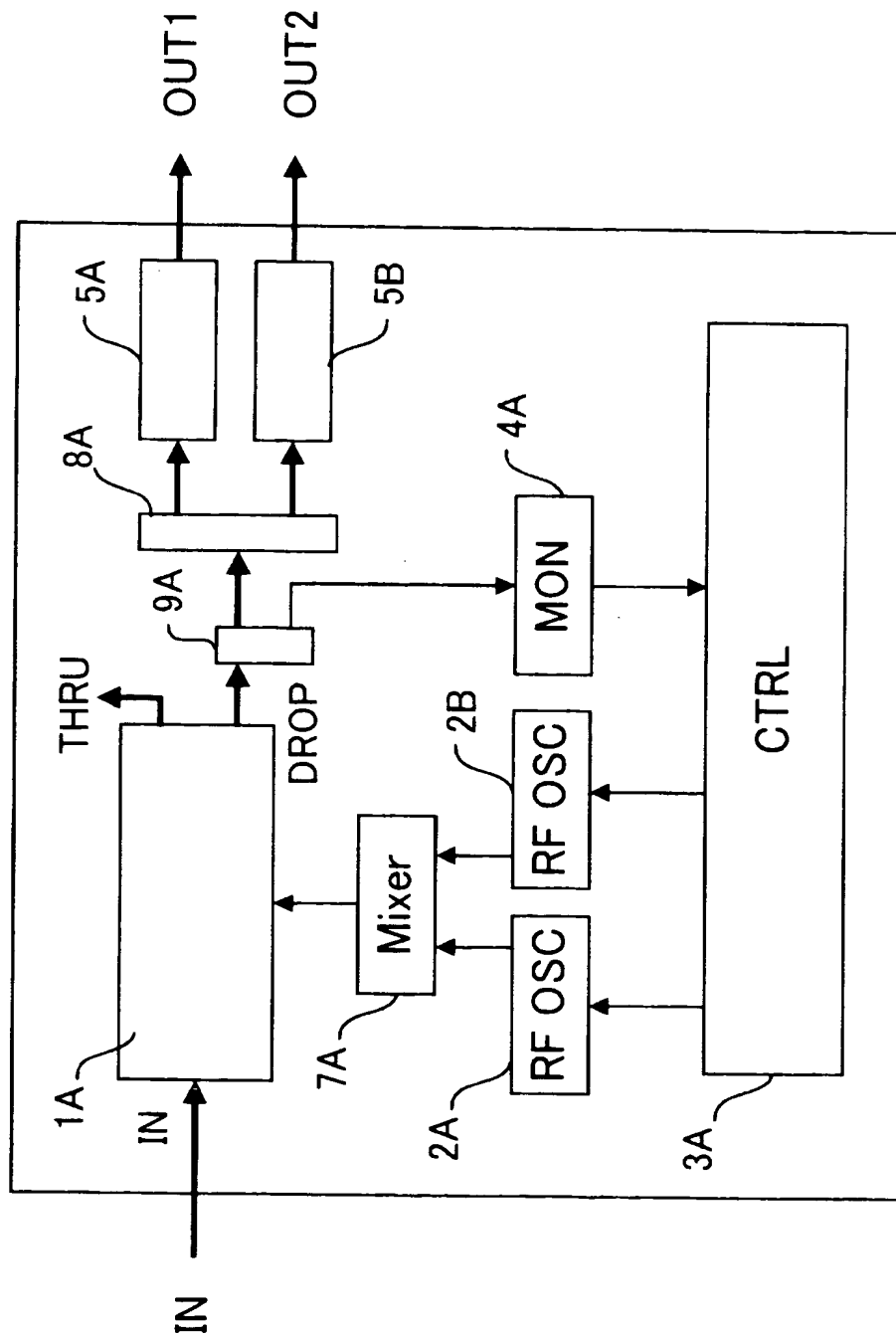
9 A～9 D カプラ

- 1 0 A ~ 1 0 D 本発明による光装置
- 1 1 A ~ 1 1 C 光増幅器、光増幅部
- 1 2 A ~ 1 2 C 光アッテネータ (ATT)、光アッテネータ部
- 1 3 A ~ 1 3 B 光受信部
- 1 4 A ~ 1 4 B 光送信部
- 1 5 A ~ 1 5 B トランスポンダ
- 1 6 A ~ 1 6 B BRF (帯域阻止フィルタ)
- 2 0 A ~ 2 0 D 従来技術によるAOTFを用いた波長選択部
- 2 1 A IDT (楕型電極)
- 2 2 A SAW導波路
- 2 3 A ~ 2 3 B PBS (偏光ビームスプリッタ)
- 2 4 A ~ 2 4 F 光導波路
- 2 5 A 吸収体
- 2 6 A 基板
- 2 7 A MPU部
- 2 8 A ROM部
- 2 9 A RAM部
- 3 0 A EEPROM部
- 3 1 A ~ 3 1 C AD変換器 (ADC)
- 3 2 A ~ 3 2 C DA変換器 (DAC)
- 3 3 A LD駆動部
- 3 4 A PDモニタ部
- 3 5 A レーザダイオード (LD)
- 3 6 A ~ 3 6 B フォトダイオード (PD)
- 3 7 A フィルタ
- 3 8 A サーミスタ
- 3 9 A 温度制御回路 (TEC)
- 4 0 A 温度制御回路ドライバ (TEC DRV)
- 4 1 A 温度制御部 (TEMP CTRL)

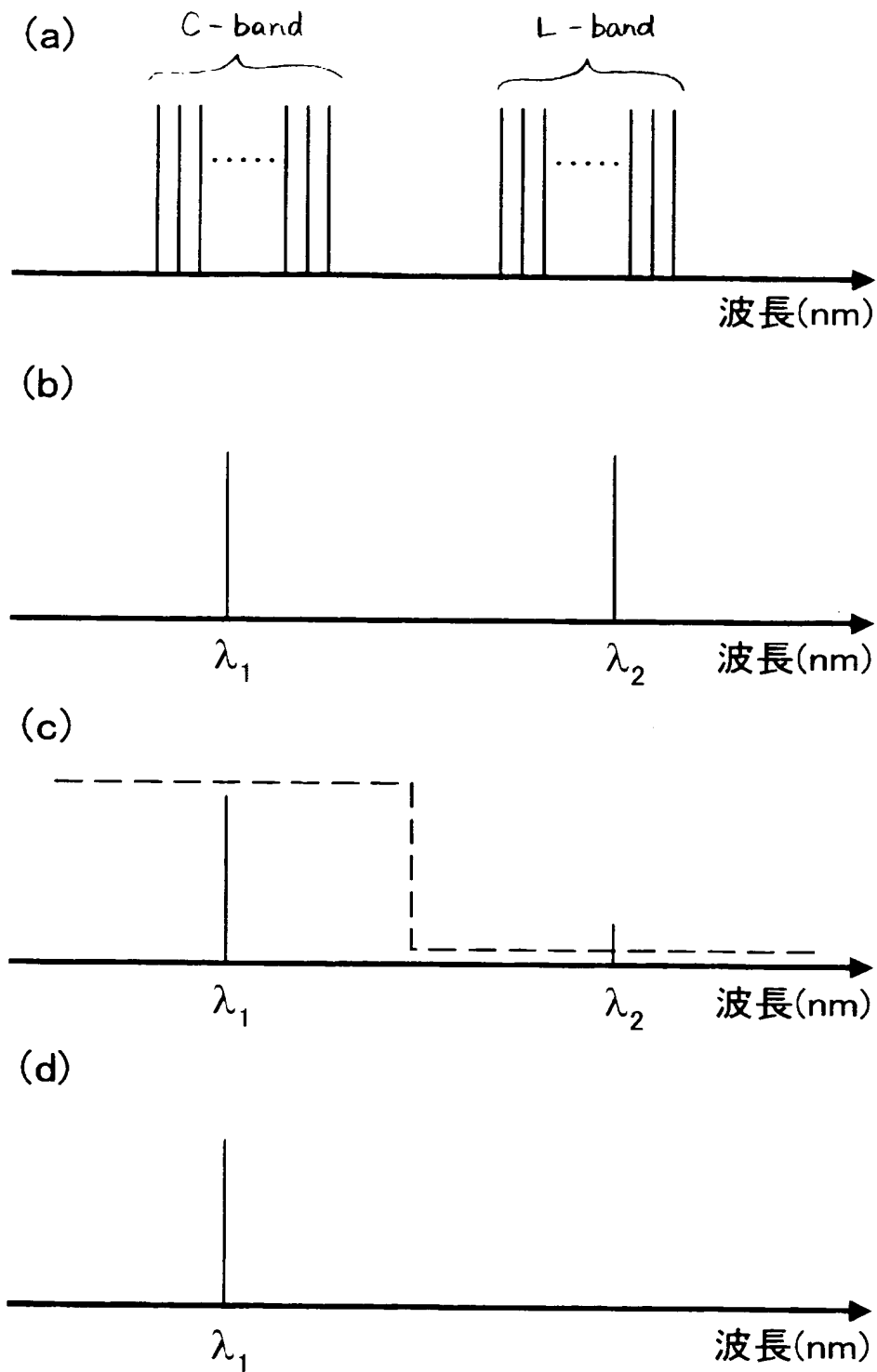
- 4 2 A 波長固定機能を有するLD部
- 5 1 A ~ 5 1 B DDS (Direct Digital Synthesizer)
- 5 2 A ~ 5 2 D 高周波用バンドパスフィルタ (BPF)
- 5 3 A ~ 5 3 D 高周波用増幅器 (RF AMP)
- 5 4 A 乗算器
- 5 5 A フォトダイオード (PD)
- 5 6 A 電流-電圧変換用Logアンプ
- 5 7 A 非反転増幅器
- 5 8 A 高周波用ローパスフィルタ (LPF)
- 6 1 A 位相演算器
- 6 2 A ~ 6 2 B 振幅コンバータ
- 6 3 A ~ 6 3 B DA変換器 (DAC)
- 6 4 A ~ 6 4 B レジスタ
- 6 5 A レファレンスクロック乗算器
- 6 6 A デジタル乗算器

【書類名】 図面

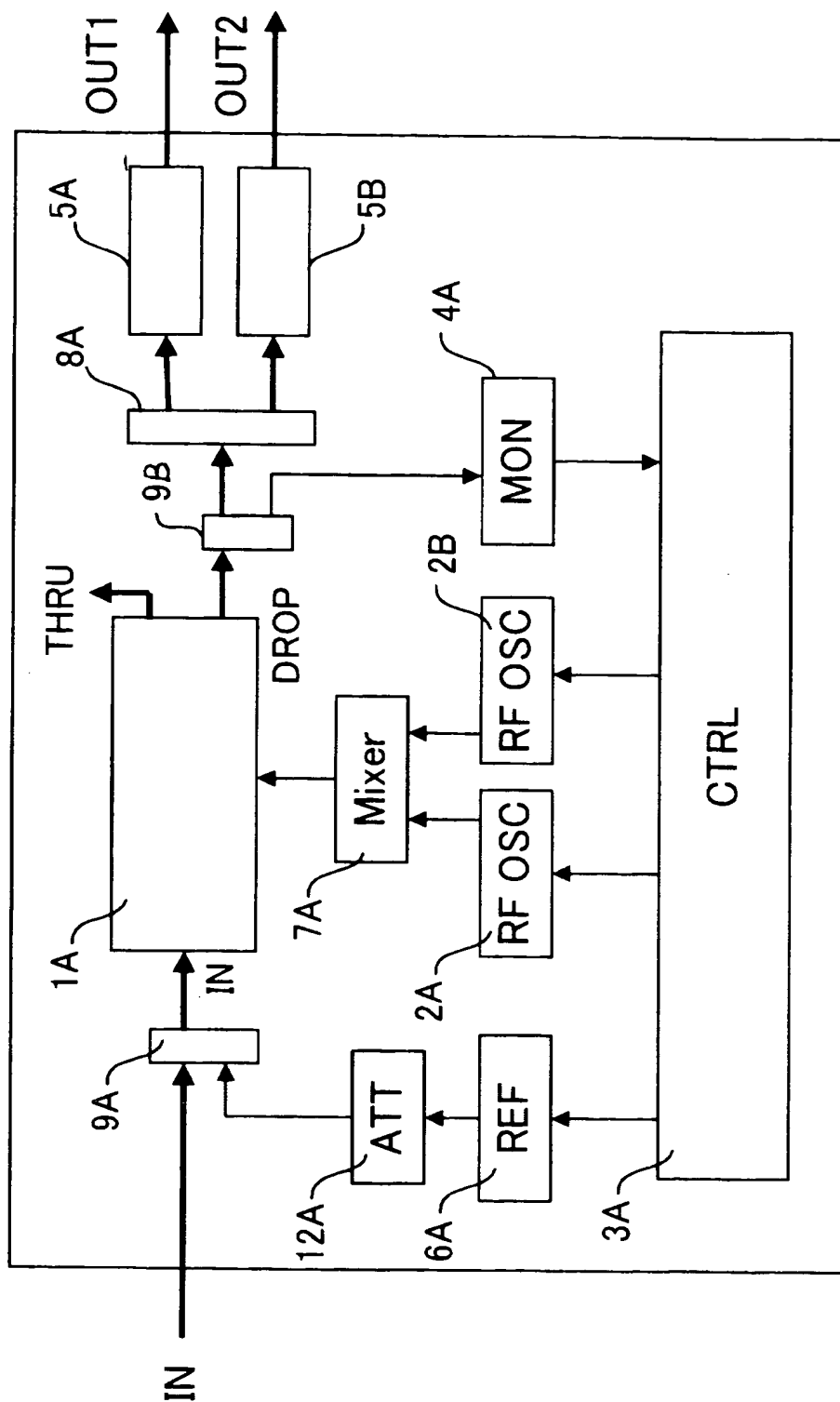
【図 1】



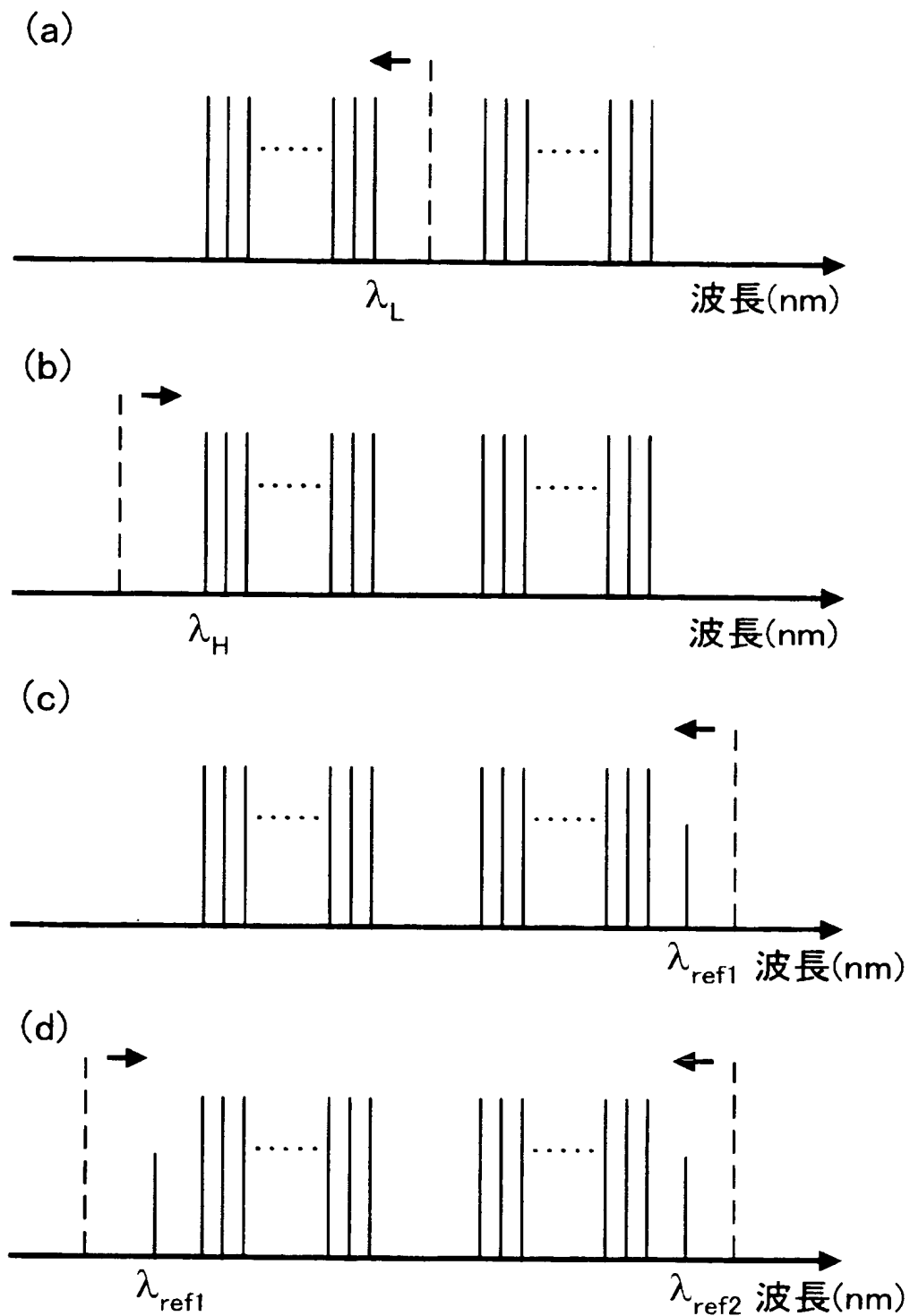
【図 2】



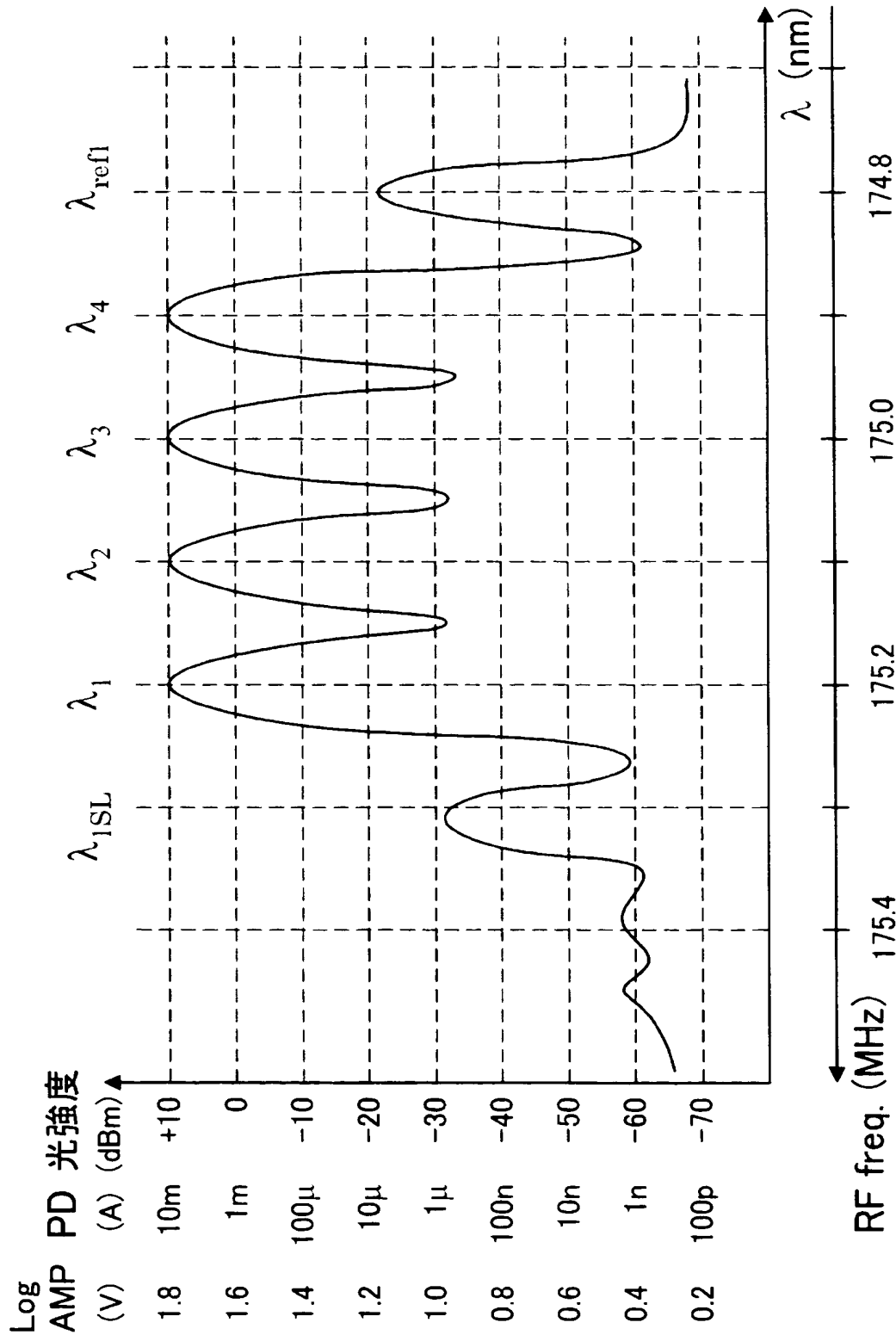
【図 3】



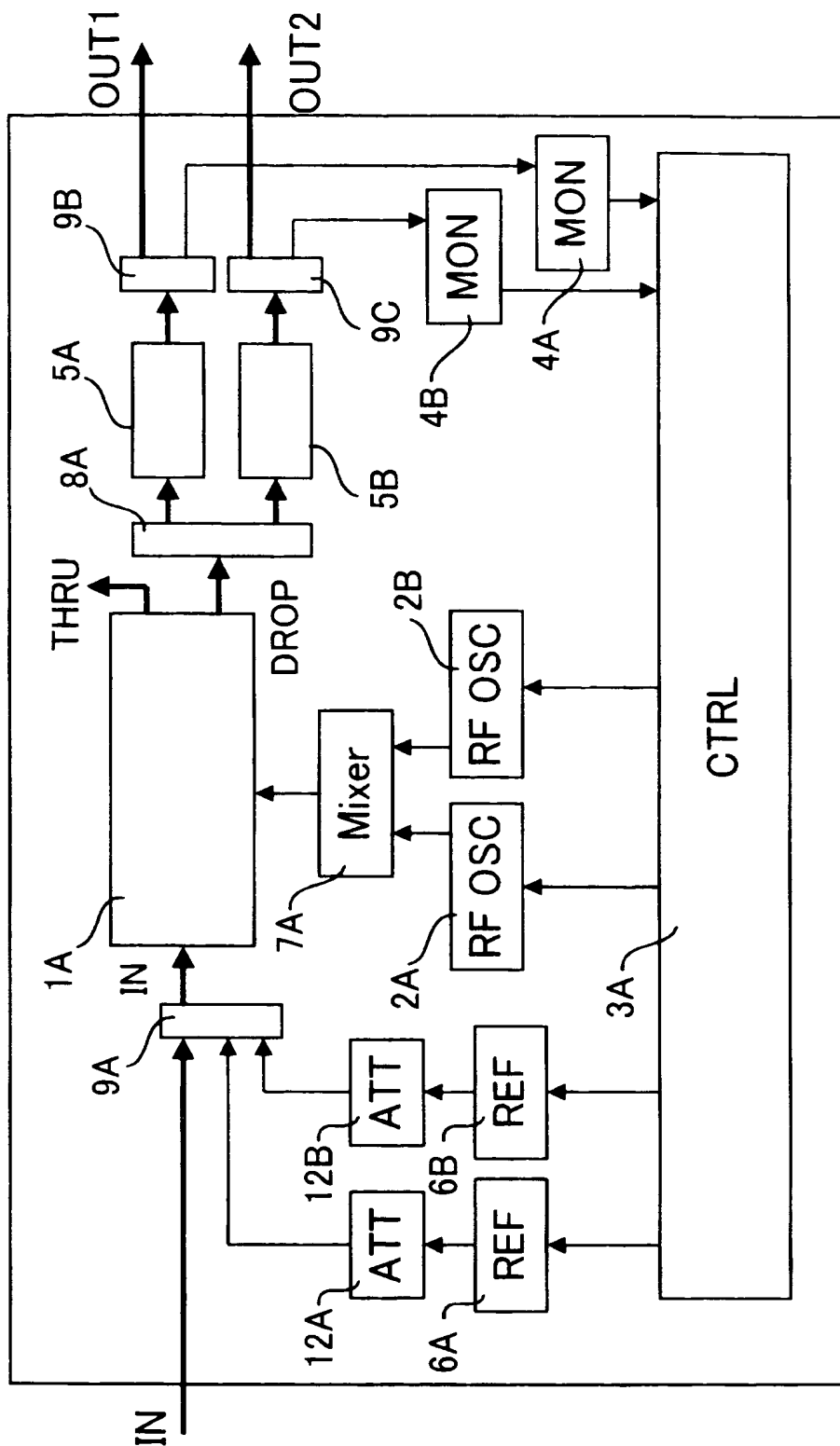
【図 4】



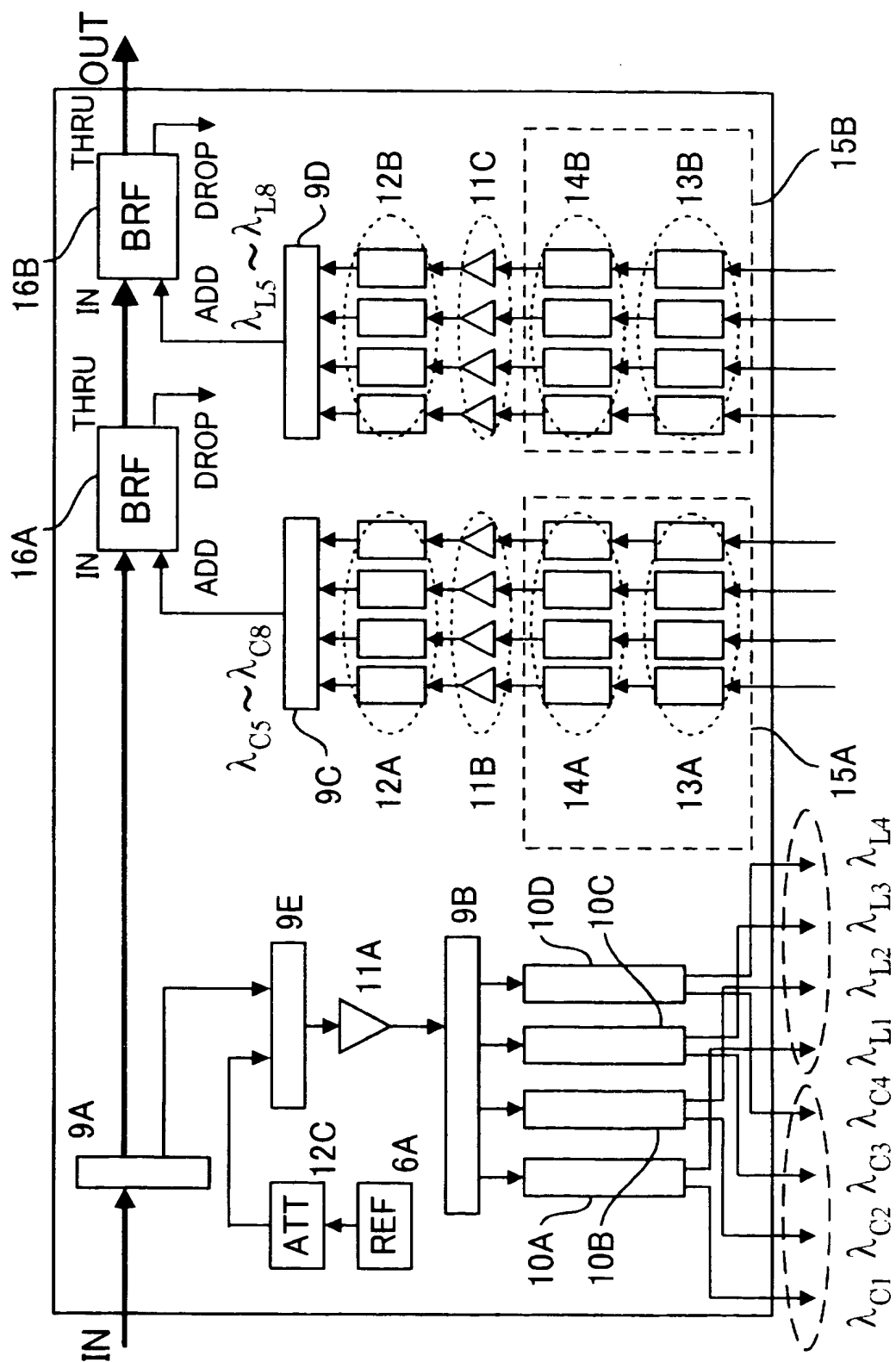
【図 5】



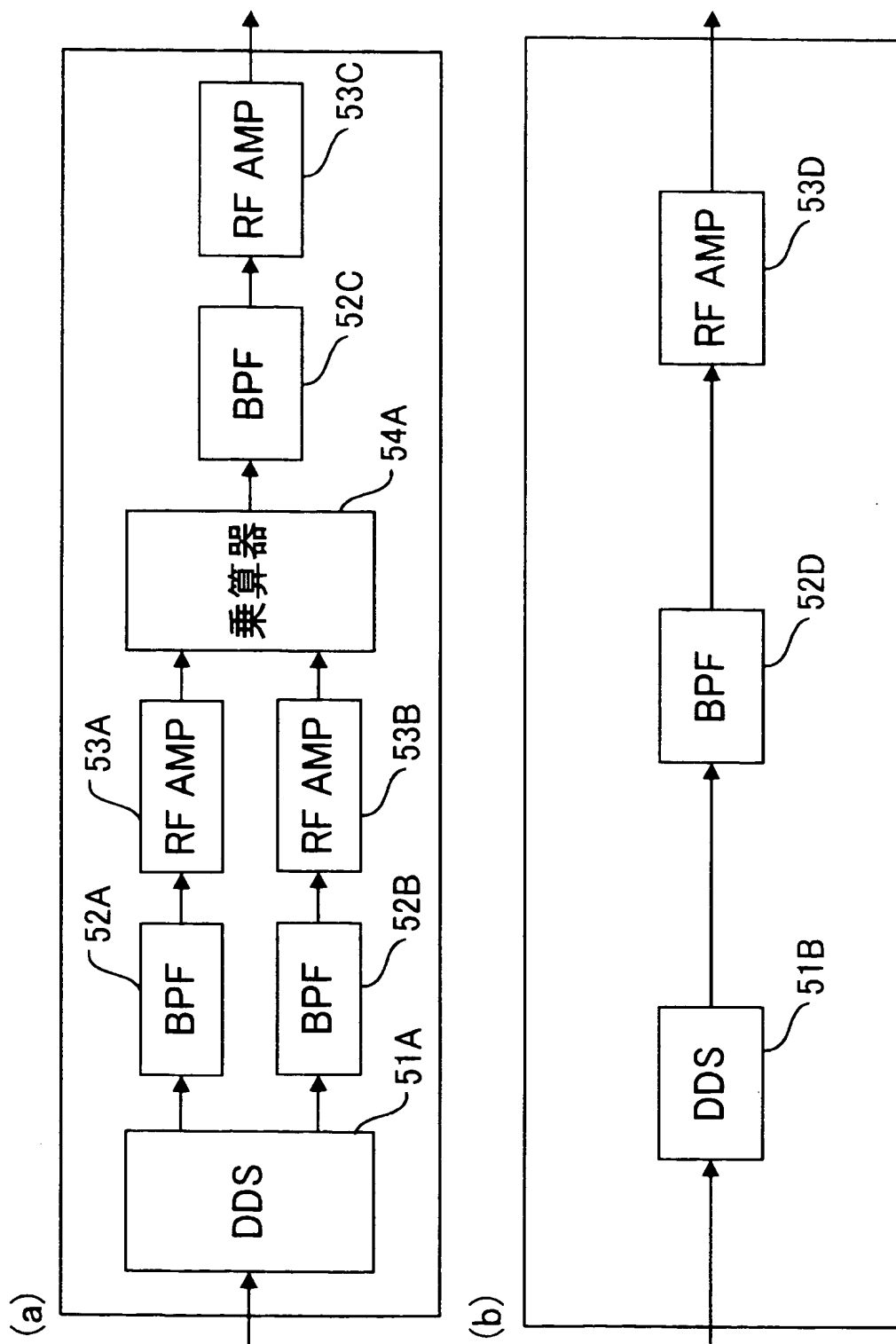
【図 6】



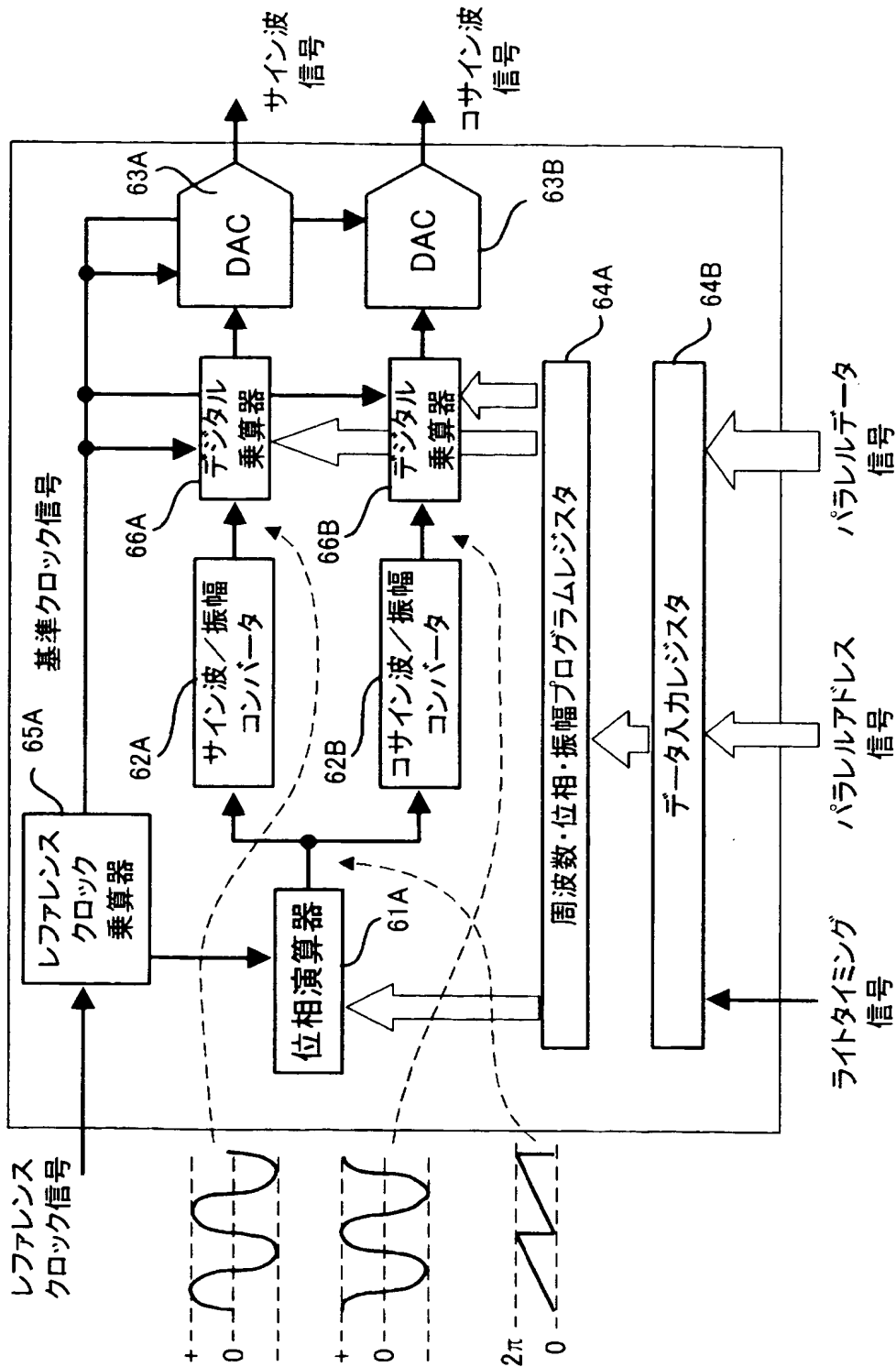
【図 8】



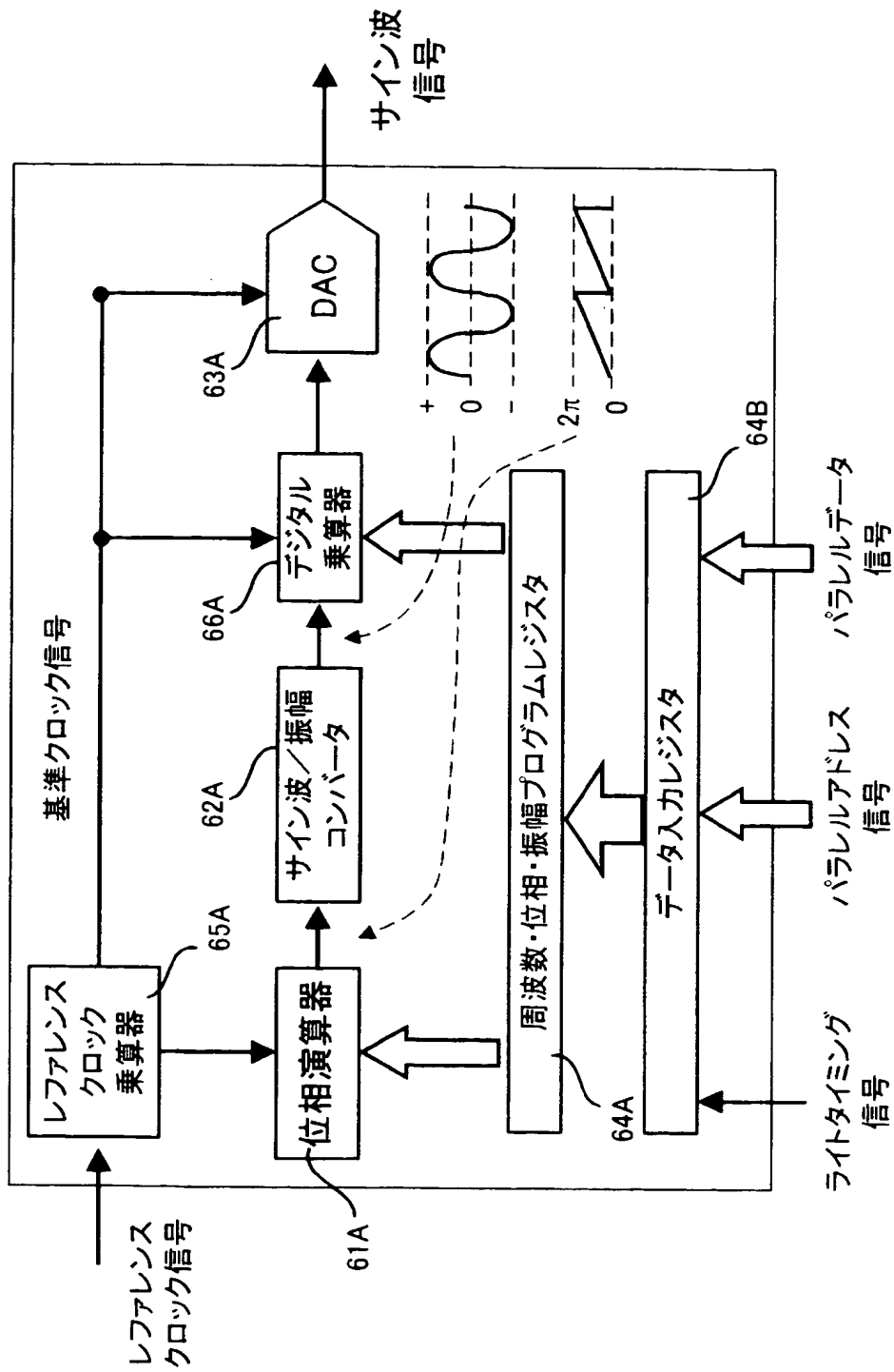
【図 9】



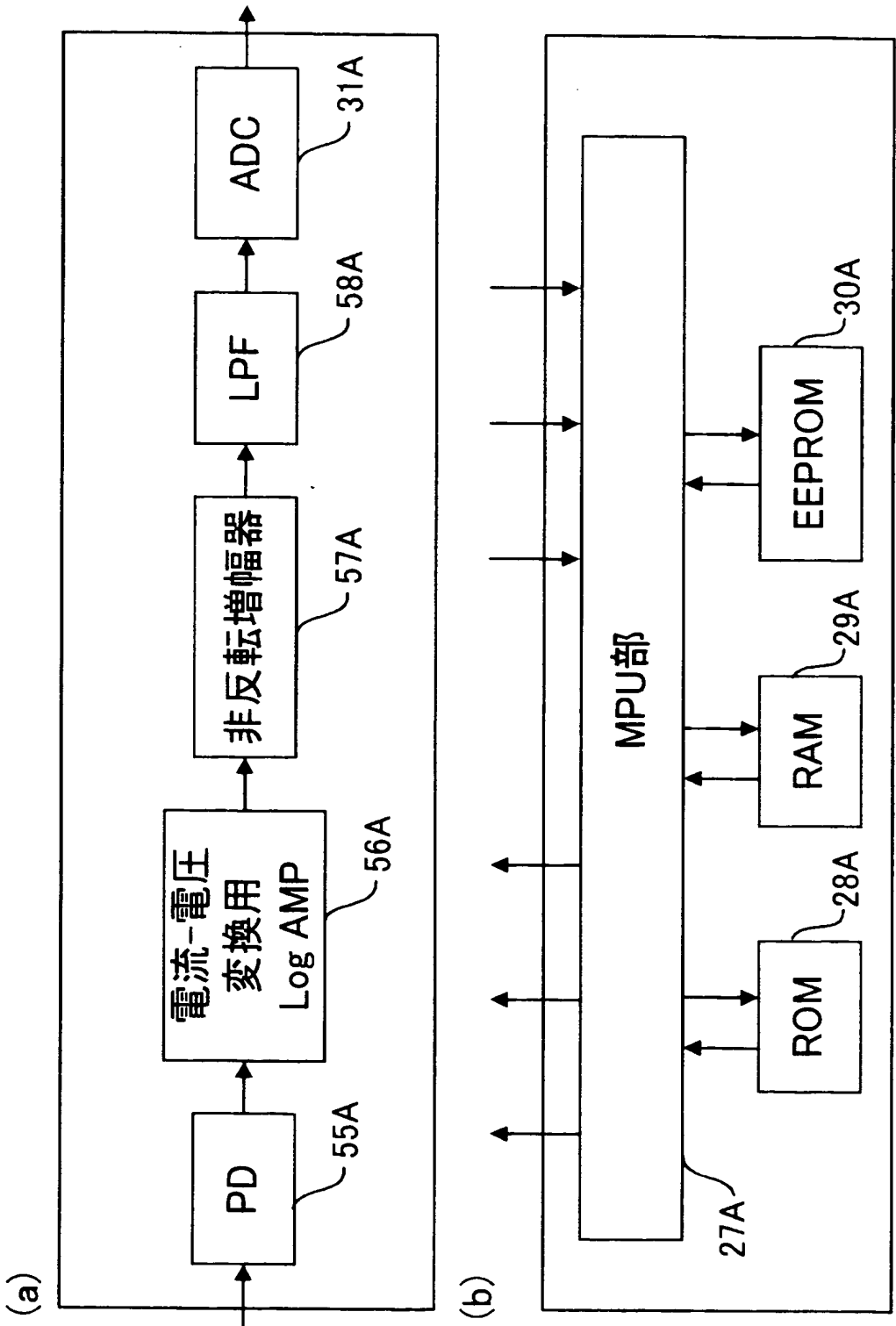
【図 10】



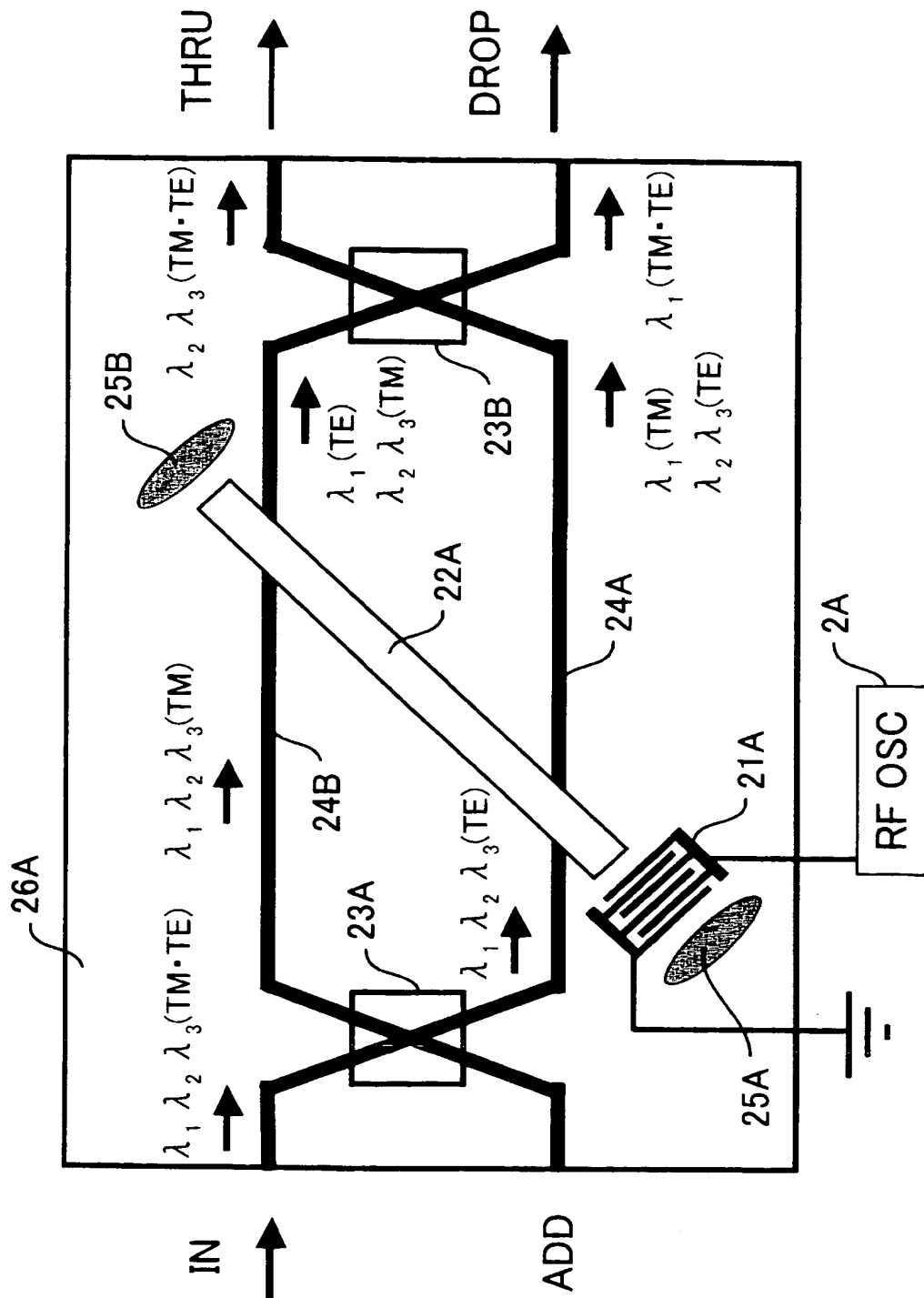
【図 11】



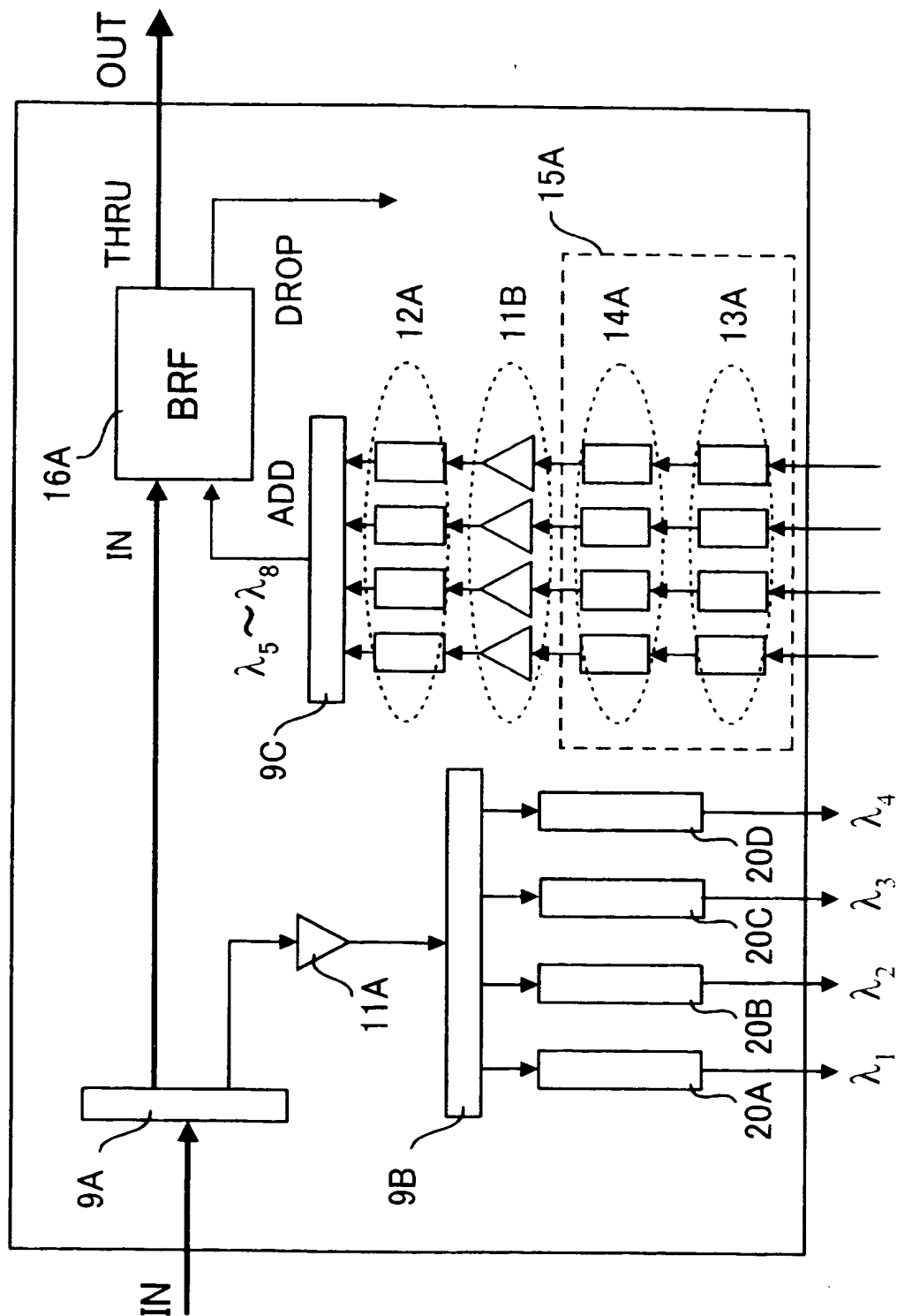
【図 12】



【図 14】



【図 15】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 OADM装置等のWDM信号光を分岐・挿入する装置では、複数の波長の信号光が多重化された光から任意の波長の信号光を選択し出力する、選択波長可変光フィルタが用いられる。WDM信号光の多重度が増加すると、OADM装置等で使用する選択波長可変光フィルタの数が増加し、製造コストが増大する。

【解決手段】 入力した光の中から外部の制御信号により複数の波長を選択し出力する波長選択部と、該波長選択部の出力光を複数の波長に分波する分波手段を備えることで、装置に使用する場合のフィルタ使用数を抑えることができる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 5 3 3 3 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 2 3]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名

富士通株式会社